

**Die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers  
mit dem Lineal**

Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Dr. med. dent.

an der Medizinischen Fakultät  
der Universität Leipzig

eingereicht von:      Angelika Rauch  
                                 geb. am 08.08.1986

angefertigt an / in:    Universitätsklinikum Leipzig AöR  
                                 Department für Kopf- und Zahnmedizin  
                                 Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde

Betreuer:                Oberarzt Dr. Oliver Schierz  
                                 Professor Dr. Thomas Reiber

Beschluss über die Verleihung des Doktorgrades vom: 17.11.2015

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Literaturübersicht</b>	<b>10</b>
3.1	Prävalenz von RDC-TMD-Diagnosen bei Probanden mit CMD	10
3.2	Messinstrumente	12
3.3	Normwerte der Bewegungskapazität	12
3.4	Reliabilität	15
3.4.1	Interrater-Reliabilität der Bewegungskapazität	15
3.4.2	Intrarater-Reliabilität der Bewegungskapazität	18
3.5	Fazit der Literaturrecherche	19
<b>4</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>20</b>
4.1	Verwendete Materialien	20
4.2	Probanden	20
4.2.1	Probanden der Kontrollgruppe	21
4.2.2	Probanden der Gruppe kranio-mandibuläre Dysfunktion ("CMD")	21
4.2.3	Prävalenz der Diagnosen des RDC/TMD bei Probanden mit kranio-mandibulärer Dysfunktion	22
4.3	Untersucher	22
4.4	Versuchsdurchführung	23
4.5	Statistische Auswertung	26
4.5.1	Berechnung der Reliabilität	26
4.5.2	Vergleich der Reliabilität	26
4.5.3	Berechnung des Goldstandards	26
4.5.4	Nullhypothesen	27
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>28</b>

## Inhaltsverzeichnis

5.1	Durchschnittswerte.....	28
5.2	Reliabilitäten .....	29
5.2.1	Untersucherbezogener Vergleich der Reliabilität.....	29
5.2.2	Probandenbezogener Vergleich der Reliabilität.....	38
<b>6</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>47</b>
6.1	Gegenstand der Untersuchung .....	47
6.2	Methodische Stärken und Schwächen der Studie .....	47
6.2.1	Generalisierbarkeit.....	47
6.2.2	Genauigkeit der klinischen Untersuchung .....	48
6.3	Vergleich und Interpretation der Daten .....	48
6.3.1	Prävalenz der RDC/TMD-Diagnosen bei Patienten mit CMD .....	48
6.3.2	Durchschnittswerte.....	49
6.3.3	Untersucherbezogener Vergleich der Reliabilität.....	50
6.3.4	Probandenbezogener Vergleich der Reliabilitäten.....	53
6.4	Ausblick .....	54
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerung .....</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>66</b>
	<b>Eigenständigkeitserklärung .....</b>	<b>83</b>
	<b>Publikationen.....</b>	<b>84</b>
	<b>Danksagung.....</b>	<b>85</b>

## Bibliografische Zusammenfassung

Name, Vorname: Rauch, Angelika

Titel der Arbeit: **Die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal**

Universität Leipzig, Dissertation

86 Seiten

63 Literaturangaben, 11 Abbildungen, 1 Diagramm, 20 Tabellen, 17 Anlagen

Referat: Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede der Reliabilität der Bewegungskapazität des Unterkiefers bei verschiedenen Untersucher- und Probandengruppen über einen Zeitraum von 3 Monaten mit dem Lineal darzustellen. Die Vermessung wurde bei 85 konsekutiv rekrutierten Probanden (Durchschnittsalter:  $39,8 \pm 17,8$  Jahre, 60 % weiblich, 56 mit kranio-mandibulärer Dysfunktion) durchgeführt. Die Untersuchergruppe setzte sich aus einer Gruppe unerfahrener Studierender der Zahnmedizin, einer Gruppe von 6 erfahrenen, kalibrierten Zahnärzten und einem weiteren erfahrenen, kalibrierten Zahnarzt zusammen. Die Schneidekantendistanzen bei Mundöffnung, die Frontzahnstufen und die Laterotrusionsbewegungen der Probanden wurden in zwei separaten Sitzungen vermessen. In der ersten Sitzung nahmen alle drei Untersuchergruppen die Vermessungen vor, zum zweiten Zeitpunkt nur ein erfahrener Zahnarzt. Die Reliabilität wurde durch die Intra-Klassen-Korrelation berechnet.

Die aktive und passive Schneidekantendistanz, sowie der Overjet und der Overbite wurden mit exzellenter Reliabilität vermessen. Die Laterotrusionsbewegungen zeigten sowohl rechts- als auch linksseitig gute bis exzellente Übereinstimmungen. Bei keiner Untersuchergruppe konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen der gesunden Probandengruppe und der Gruppe mit kranio-mandibulären Dysfunktionen festgestellt werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal, sowohl untersucher- als auch probandenunabhängig über einen mittellangen Zeitintervall von 3 Monaten, eine reliable Prozedur ist und demzufolge als Grundlage für die Diagnosebildung zuverlässig genutzt werden kann.

## Abkürzungsverzeichnis

a	aktiv
ADS-L	Allgemeine Depressionsskala-lang
ANOVA	Analysis of variance/Varianzanalyse
Aufl.	Auflage
BEMA	Bewertungsmaßstab zahnärztlicher Leistungen
B-L	Beschwerdenliste
CMD	kranio-mandibuläre Dysfunktion
DGFDT	Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
et al.	et alii/et aliae/et alia
GCPS	Skala zur Graduierung chronischer Schmerzen
GS	Goldstandard
H <sub>0</sub>	Nullhypothese
Hrsg.	Herausgeber
I	Myogene Dysfunktionen
Ia	Myofaszialer Schmerz
Ib	Myofaszialer Schmerz mit begrenzter Mundöffnung
II	Diskusverlagerungen
Ila	Diskusverlagerung mit Reposition
Ilb	Diskusverlagerung ohne Reposition mit begrenzter Mundöffnung
Ilc	Diskusverlagerung ohne Reposition ohne begrenzte Mundöffnung
III	Andere Gelenkerkrankungen
IIla	Arthralgie
IIlb	Osteoarthritis des Kiefergelenks
IIlc	Osteoarthrose des Kiefergelenks
IKK	Intra-Klassen-Korrelation
IKMI	Integrativer Klinischer Mundgesundheits-Index
K1	Gebührennummer für Eingliederung eines Aufbissbehelfes mit adjustierter Oberfläche

## Abkürzungsverzeichnis

K2	Gebührennummer für Eingliederung eines Aufbissbehelfes ohne adjustierte Oberfläche
KI	Konfidenzintervall
KZBV	Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung
Lat	Laterotrusion
li	links
LL	Laterotrusion links
LR	Laterotrusion rechts
Max	Maximalwert
Min	Minimalwert
mm	Millimeter
MÖ	Mundöffnung
n	Anzahl
NCMD	non CMD/keine kranio-mandibuläre Dysfunktion
N.N.	nicht bekannt
Nr.	Nummer
OB	Overbite
OJ	Overjet
p	passiv
p	Signifikanzwert
RDC/TMD	Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders
RDC/TMD-G	Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (deutsche Übersetzung)
re	rechts
s.	siehe
S.	Seite
SD	Standardabweichung
SHIP-0	Study of Health in Pomerania
SKD	Schneidekantendistanz
t <sub>0</sub>	Untersuchungszeitpunkt 0
t <sub>1</sub>	Untersuchungszeitpunkt 1
TMD	temporomandibular disorders

## Abkürzungsverzeichnis

U1	Untersuchergruppe 1 (unerfahrene und nicht kalibrierte Studierende)
U2	Untersuchergruppe 2 (sechs erfahrene und kalibrierte Zahnärzte)
U3	Untersuchergruppe 3 (ein erfahrener und kalibrierter Zahnarzt)
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel
zit. n.	zitiert nach
Ø	durchschnittliche Messwerte
$\bar{x}$	mittlere Messdifferenz

# 1 Einführung

“To learn how to treat disease, one must first learn how to diagnose. The diagnosis is the best trump in the scheme of treatment.” Jean–Martin Charcot zit. n. Mohl (1993)

Orofaziale Schmerzen werden, öfter als Schmerzen anderer Körperregionen, als die stärksten vorstellbaren Schmerzen von Patienten beschrieben (Kohlmann 2002). Jeder 10. Mensch leidet an diesem Krankheitsbild (LeResche 1997). Die Lebensqualität der betroffenen Personen ist in hohem Maße eingeschränkt (John et al. 2007; Kohlmann 2002).

Der Begriff orofazialer Schmerz umfasst sowohl Kopfschmerzen, als auch neuropathische, neurovaskuläre oder zerviko-muskuloskelettale Schmerzen. Zu der Gruppe der Gesichtsschmerzen gehören des Weiteren auch Erkrankungen der Kaumuskulatur, der Kiefergelenke und deren umgebenden Strukturen, welche zusammengefasst als kraniomandibuläre Dysfunktionen bezeichnet werden. Im angloamerikanischen Raum ist dieser Begriff als temporomandibular disorders (TMD) oder craniomandibular disorders (CMD) bekannt (American Academy of Orofacial Pain 2014; John & Wefers 1999a). Bereits im Jahr 1934 wurde „ein Syndrom von Ohren und Nebenhöhlenbeschwerden bei Fehlfunktionen der Kiefergelenke“ (Ahlers & Jakstat 2011) von dem US-amerikanischen Otologen James Bray Costen beschrieben (Costen 1934).

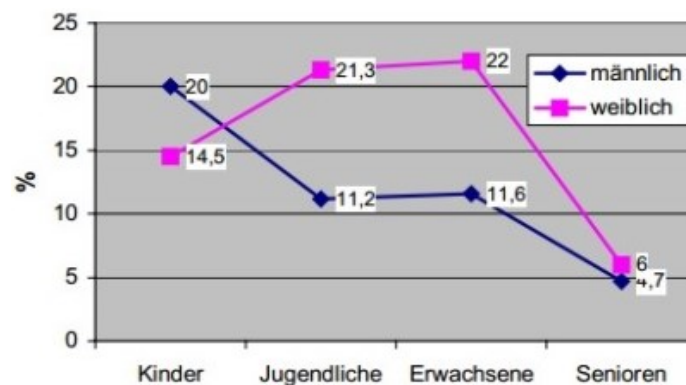
Kraniomandibuläre Dysfunktionen haben eine multifaktorielle Ätiopathogenese (John et al. 1998), welche nach dem derzeitigen Stand der Forschung noch nicht vollständig geklärt ist. Es werden beispielsweise Traumata, okklusale Faktoren, hormonelle Prozesse oder auch psychologische Leiden als wichtige Parameter für die Entstehung von CMD angesehen (Manfredini 2010).

Die Kardinalsymptome dieser Erkrankung sind Schmerzen der Kaumuskulatur und der Kiefergelenke, sowie Kiefergelenkgeräusche, Funktionseinschränkungen und unregelmäßige Bewegungsmuster des Unterkiefers. Die Patienten zeigen ein weites Spektrum an Befunden ausgehend von einem gelegentlichen Kiefergelenkknacken bis hin zu chronischen Schmerzen mit psychosozialer Beteiligung (John & Wefers 1999a; Kohlmann 2002).



## Einführung

In der Bevölkerung treten sowohl anamnestische als auch klinische Symptome von kraniomandibulären Dysfunktionen auf. Typischer Weise handelt es sich bei den betroffenen Patienten um Frauen im Alter von 25 bis 50 Jahren (LeResche 1999; Yekkalam & Wänman 2014; Adern et al. 2014; Mazzetto et al. 2014). Dabei wird eine bis zu 4-fach höhere CMD-Prävalenz für weibliche Patienten, besonders bei Kiefergelenkbefunden, angenommen (John & Wefers 1999a). In Abbildung 1 ist die anamnestische, alters- und geschlechtsspezifische Prävalenz kraniomandibulärer Dysfunktion zusammenhängend dargestellt (Hirsch 2003).



**Abbildung 1 Alters- und geschlechtsspezifische Prävalenz kraniomandibulärer Dysfunktion nach Helkimo-Index; anamnestische Prävalenz (Hirsch 2003)**

Insgesamt zeigen anamnestisch durchschnittlich 21-34 % der Bevölkerung funktionelle Auffälligkeiten. Im Detail werden dabei Schmerzen im Bereich der Kiefergelenke und der Kaumuskulatur mit einer Prävalenz von 5 % angegeben (John & Wefers 1999a; Adern et al. 2014; Kanter et al. 1993). Etwas weniger häufig werden Limitierungen bei der Mundöffnung (4 %) und Behinderungen des Mundschlusses (2 %) beschrieben. Am häufigsten berichten Patienten von Kiefergelenkgeräuschen (20 %) (John & Wefers 1999a).

Oft führen jedoch erst klinische Befunde zum Verdacht auf kraniomandibuläre Dysfunktion (John & Wefers 1999a). Dies belegen zum Beispiel Ergebnisse der Study of Health in Pomerania (SHIP-0). Klinisch zeigte sich hier sogar eine Prävalenz von bis zu 15 % für Schmerzen der Kaumuskulatur. Auch Kiefergelenkgeräusche wurden bei der extraoralen Untersuchung häufiger festgestellt (25 %) als anamnestisch angegeben (Gesch et al. 2004).

Im Seniorenalter (65+ Jahre) ändert sich diese Verteilung. Die anamnestischen Beschwerden der Patienten nehmen ab (vgl. Abbildung 1). Im Gegensatz zu jüngeren Patienten ist in dieser Altersgruppe die Prävalenz funktioneller Beschwerden in beiden Geschlechtern gleich verteilt (Yekkalam & Wänman 2014). Die Hauptsymptomatiken sind hier Einschränkungen der Unterkieferbeweglichkeit sowie das Auftreten von Gelenkgeräuschen (John & Wefers 1999b).

Doch nicht nur bei Erwachsenen, auch bei jedem 10. Kind oder Jugendlichen findet man bereits Anzeichen von kranio-mandibulären Dysfunktionen (Mintz 1993). Diese Prävalenz bestätigt sich auch im internationalen Vergleich. Jedoch sind die CMD-Subgruppen abhängig von der ethnischen Zugehörigkeit der jungen Patienten unterschiedlich ausgeprägt. So konnte gezeigt werden, dass deutsche Jugendliche häufiger an Diskusverlagerungen leiden als asiatische Heranwachsende, welche wiederum vermehrt von CMD-Schmerzdiagnosen betroffen sind (Wu & Hirsch 2010).

Es ist bekannt, dass das Bestehen von Schmerzen als bestimmender Faktor für den Wunsch nach einer Behandlung der kranio-mandibulären Dysfunktionen angesehen wird (John et al. 1998). Dieser subjektive Behandlungsbedarf liegt im Erwachsenenalter bei lediglich 3 % (John 1999). Im Gegensatz dazu wird der erwartete Behandlungsbedarf kranio-mandibulärer Dysfunktionen mit 15 % angegeben (Al-Jundi et al. 2008). Bei einer geschätzten Bevölkerung von 80,8 Millionen Menschen im Jahr 2013 (Statistisches Bundesamt 2014) sind das rund 12 Millionen potentielle Patienten mit Funktionsstörungen, allein in Deutschland.

Zur Beurteilung des komplexen Charakters von kranio-mandibulären Dysfunktionen empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und -therapie (DGFDT) die Durchführung einer klinischen Funktionsanalyse als Basisuntersuchung. Hierbei werden pathologische Veränderungen der Zahnhartsubstanz, der Okklusion, der Parodontien und der Kiefergelenke sowie der Kaumuskulatur durch Inspektion, Palpation und Auskultation beurteilt. Auch vor rekonstruktiven zahnärztlichen Maßnahmen, bei der kieferorthopädischen Behandlungsplanung, funktionellen Nachuntersuchungen und dem Entscheid über die Bedeutung psychosomatischer Einflussfaktoren bei potentiellen CMD-Patienten findet die klinische Funktionsanalyse Anwendung. Aus den Ergebnissen dieser

## Einführung

Untersuchung können sich Indikationen für die instrumentelle Funktionsanalyse sowie für weiterführende bildgebende oder konsiliarische Verfahren ergeben. Zudem wird empfohlen, die erhobenen Basisbefunde strukturiert in einem Erhebungsbogen zu notieren (DGFD 2003).

Ähnlich der Vielzahl von unterschiedlichen Bezeichnungen für kranio-mandibuläre Dysfunktionen existieren zahlreiche Taxonomien nebeneinander. Diese bieten verschiedenste Klassifikationsvorschläge der CMD, haben aber meist international keine Bedeutung und erschweren den Vergleich von Studien (Manfredini 2010). Nicht selten führt diese Vielfalt auch zu unterschiedlichen Diagnosen bei ein und demselben Patienten (LeResche et al. 1991).

In Deutschland ist der Klinische Funktionsstatus der DGFD und DGZMK weitverbreitet und im Internet frei verfügbar. Dieser lässt aber keine standardisierten Diagnosen zu, sondern beschreibt lediglich den Schweregrad der Dysfunktion. Die Auswahl der Therapie obliegt dem Behandler und dessen klinischer Erfahrung. Auch computerassistierte Funktionsdiagnostik ist im deutschsprachigen Raum mit der Software CMDfact möglich. Hierbei werden die Befunde der Funktionsanalyse direkt in das Programm eingetragen und anschließend durch einen „Diagnose-Pilot“ ausgewertet. Die Entscheidung, welche der dabei vorgeschlagenen Initialdiagnosen ausgewählt werden, obliegt auch hier dem Behandler (Ahlers & Jakstat 2011).

International am häufigsten werden der Helkimo-Index (Helkimo 1974) und die Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (RDC/TMD) (Dworkin & LeResche 1992) verwendet. Große Bedeutung, besonders für epidemiologische Fragestellungen, hat der Helkimo-Index. Dieser ermittelt sowohl den anamnestischen als auch klinischen Schweregrad von kranio-mandibulären Dysfunktionen. Dieser Bogen schafft eine gute Vergleichbarkeit mit anderen Studien, hat aber durch das Fehlen von Diagnosen am Patienten wenig Anwendung.

Die RDC/TMD hingegen bietet als derzeit einziges System eine standardisierte Diagnosebildung an, auch wenn diese komplex ist. Ein System von zwei Achsen wird genutzt, die den Zusammenhang zwischen physischen und psychischen Befunden eines Patienten deutlich machen sollen. Die Achse I basiert auf somatischen Untersuchungen und beinhaltet folgende Diagnosen:

## Einführung

- I. Myogene Dysfunktionen
  - Ia. Myofaszialer Schmerz
  - Ib. Myofaszialer Schmerz mit begrenzter Mundöffnung
- II. Diskusverlagerungen
  - IIa. Diskusverlagerung mit Reposition
  - IIb. Diskusverlagerung ohne Reposition mit begrenzter Mundöffnung
  - IIc. Diskusverlagerung ohne Reposition ohne begrenzte Mundöffnung
- III. Andere Gelenkerkrankungen
  - IIIa. Arthralgie
  - IIIb. Osteoarthritis des Kiefergelenks
  - IIIc. Osteoarthrose des Kiefergelenks

(International RDC-TMD Consortium 2011)

Diese Einzeldiagnosen sind kombinierbar. Beispielsweise ist bei ein und demselben Patienten die Diagnose-Kombination: `Myofaszialer Schmerz links und anteriore Diskusverlagerung mit Reposition rechts sowie Arthralgie rechts` vorstellbar.

Zur Vereinfachung der Diagnosefindung der Achse I empfiehlt das International RDC/TMD Consortium die Anwendung von Algorithmen (vgl. Anlage 1 - Anlage 5). Exemplarisch ist in Abbildung 2 der diagnostische Algorithmus der RDC-TMD Diagnosegruppe I (Myogene Dysfunktionen) dargestellt (International RDC-TMD Consortium 2011).

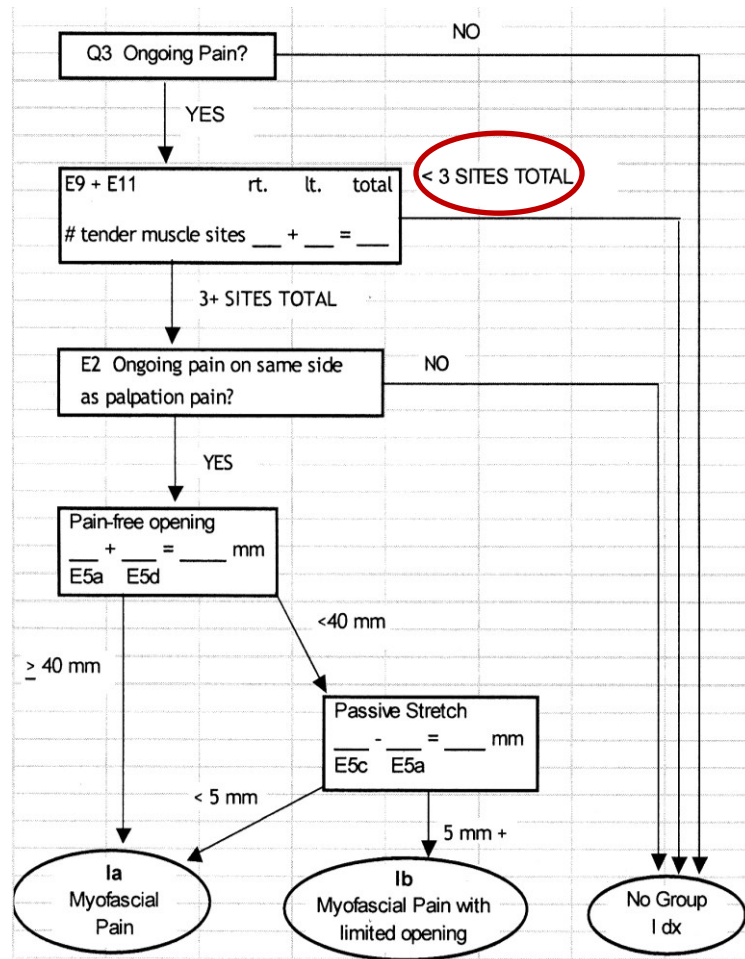


Abbildung 2 RDC/TMD, diagnostischer Algorithmus der Achse I; Diagnosegruppe I: Myogene Dysfunktion (International RDC-TMD Consortium 2011)

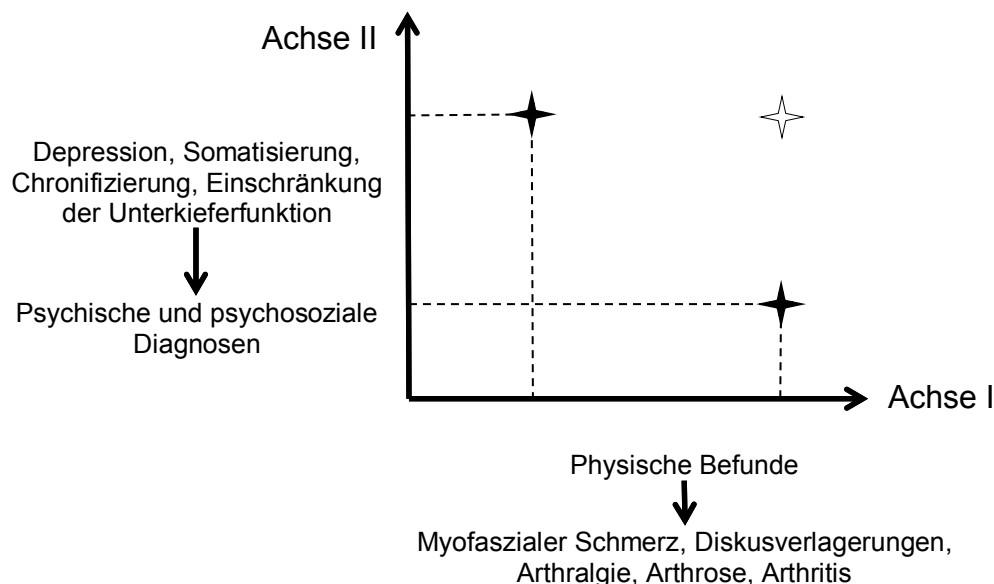
Die aufgestellten diagnostischen Algorithmen sind jedoch relativ strikt, so dass beispielsweise ein Patient mit zwei palpationsempfindlichen Muskeltaststellen (vgl. rote Markierung Abbildung 2) keine RDC/TMD-Diagnose erhält. Zudem können derzeit die Algorithmen nur eine begrenzte Anzahl von Diagnosen abbilden. Daher kann es in solchen Fällen vorkommen, dass der Behandler abweichend von der RDC/TMD einen Behandlungsbedarf feststellt (Türp et al. 2002).

Die Achse II der RDC/TMD erfasst psychologische Befunde und psychosoziale Beeinträchtigungen. Dafür wird der Patient gebeten vier Fragebögen zu beantworten. Diese sind nach John et al. (2006):

## Einführung

- Skala zur Graduierung chronischer Schmerzen (GCPS), vgl. Anlage 6: diese bestimmt die Chronifizierung des Schmerzes.
- Allgemeine Depressionsskala–lang (ADS-L), vgl. Anlage 7: diese ermittelt die Beeinträchtigung durch depressive Symptome innerhalb der letzten Woche.
- Beschwerden-Liste (B-L), vgl. Anlage 8: diese erfasst das Ausmaß subjektiver Beeinträchtigung durch allgemeine und körperliche Beschwerden.
- Jaw disability list, vgl. Anlage 9: diese erfasst die subjektive Einschränkung der Unterkieferfunktion.

Aus den Achsen I und II ergeben sich individuelle Diagnosen für den Patienten. In Abbildung 3 ist der schematische Zusammenhang der RDC/TMD-Achsen dargestellt.



**Abbildung 3 Zusammenhang der Achsen I und II der RDC/TMD**

Bei Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen gibt es, je nach gestellter Diagnose, vielfältige Therapiemöglichkeiten. Diese können zum Beispiel reversible

## Aufgabenstellung

Maßnahmen wie Schienentherapie, Physiotherapie oder psychologische Therapie sein. Exemplarisch bedeutet dies bei der RDC/TMD-Diagnose 'Myofasziärer Schmerz mit begrenzter Mundöffnung' häufig den Beginn einer physiotherapeutischen Behandlung zur Lockerung der Muskulatur und das Erlernen einer Entspannungstechnik wie beispielsweise Yoga. Für die schnelle, initiale Therapie wird eine Reflexschiene angefertigt. Langfristig erhält der Patient dann eine okklusal adjustierte Schiene (Äquilibrationsschiene) in zentrischer Kondylenposition, welche von Patienten teilweise jahrelang nachts getragen wird.

Allein in den Jahren 2006 - 2013 stieg laut Statistischem Jahrbuch der Kassenzahnärztlichen Bundesvereinigung (KZBV) der Anteil der abgerechneten Reflexschienen (nicht adjustierte Oberfläche, BEMA-Nr.: K2) von 129.000 auf 186.000 und noch stärker der Anteil der Äquilibrationsschienen (adjustierte Oberfläche, BEMA-Nr.: K1) von 814.000 auf 1,29 Millionen. Das bedeutet, dass im Jahr 2013 circa 2 % der 69,7 Millionen gesetzlich Versicherten (Gesundheitsberichterstattung des Bundes 2014) einen Aufbissbehelf vom Zahnarzt erhalten haben (KZBV 2014). Rechnet man dabei mit einem Kostenaufkommen von 170 € je hergestellter Schiene, entstehen den gesetzlichen Krankenkassen jährlich Ausgaben von rund 230 Millionen Euro allein für Okklusionsschienen.

## 2 Aufgabenstellung

So unterschiedlich die verschiedenen Taxonomien und Behandlungsmöglichkeiten der kranio-mandibulären Dysfunktion auch sein mögen, die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers ist ein zentraler Bestandteil in allen verfügbaren Befundbögen. Sie dient als wichtiges Kriterium bei der Diagnosebildung oder auch dem Entscheid über den Grad der Dysfunktion.

Im klinischen Alltag findet man oft unerfahrene oder nicht kalibrierte Zahnärzte auf dem Gebiet der Funktionsdiagnostik, die durch den steigenden Anteil von Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen gefordert sind, vermehrt Vermessungen der Unterkiefer-Bewegungskapazität durchzuführen. Die Reliabilität dieser erhobenen Messwerte sollte dabei sowohl von unerfahrenen als auch erfahrenen Untersuchern im Bereich exzellenter bis guter Übereinstimmung liegen. Denn fehlerhafte

## Aufgabenstellung

Messwerte und damit verbundene unkorrekte Diagnosen können zu falschen Therapieentscheidungen führen.

Ziel dieser Arbeit ist es herauszustellen, ob es Unterschiede in der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal bei der Befunderhebung durch erfahrene oder unerfahrene Untersucher bei erwachsenen Probanden gibt. Auch die Reliabilität der Messmethode über einen Zeitintervall von 3 Monaten soll ausgewertet werden. Zudem wird die Reproduzierbarkeit bei Probandengruppen mit kranio-mandibulären Dysfunktionen und ohne Funktionseinschränkung überprüft.



### 3 Literaturübersicht

#### 3.1 Prävalenz von RDC-TMD-Diagnosen bei Probanden mit CMD

Wie bereits vorhergehend beschrieben, gibt es Hinweise darauf, dass zwischen verschiedenen ethnischen Gruppen eine unterschiedliche Verteilung der RDC/TMD-Diagnosen vorliegt (Wu & Hirsch 2010). Zusammengefasst sind die in der Literatur verfügbaren Prävalenzen von RDC/TMD-Diagnosen nach ethnischem Hintergrund der Probanden in Tabelle 2 dargestellt (nach Manfredini 2010). Am häufigsten werden die Diagnosen Myofaszialer Schmerz (Ia; 13-50 %), anteriore Diskusverlagerung mit Reposition (IIa; 10-44 %) und Arthralgie (IIIa; 12-43 %) gestellt.

Die Diagnostik von Kiefergelenkerkrankungen beinhaltet aber auch die Möglichkeit nicht nur eine, sondern mehrere Einzeldiagnosen für einen Patienten zu vergeben. Der italienische Autor Manfredini (2010) beschreibt, dass kombinierte RDC/TMD-Diagnosen eine Häufigkeit von ungefähr 50 % aufzeigen. Dagegen geben Reissmann et al. (2007) lediglich Anteile von 38 % für zusammengesetzte Diagnosen an. Im Allgemeinen wird aber ersichtlich, dass vor allem muskuläre und artikuläre Dysfunktionen gehäuft zusammenhängend auftreten. Die detaillierten Angaben sind dazu in Tabelle 1 dargestellt.

Erstautor Jahr	Proband (n) Nationalität	RDC/TMD-Diagnosen in %			
		I+II	I+III	II+III	I+II+III
Manfredini 2006	377 Italien	4,2	12,2	16,5	13,3
Yap 2002	117 Singapur	6	13,7	4,3	6,8

Tabelle 1 Studien zur Prävalenz von Einzel- und Kombinationsdiagnosen des RDC/TMD; I Myogene Dysfunktion, II Diskusverlagerungen, III Andere Gelenkerkrankungen

Erstautor Jahr	Proband (n) Nationalität	RDC/TMD Diagnosen in %													
		Ia	Ib	Ila re li	IIa re li	IIb re li	IIc re li	IIc li	IIla re li	IIlb re li	IIlb re li	IIlb re li	IIlb re li	IIlc re li	IIlc li
Reissmann et al. 2007	293 Deutschland	19,4	11,3	43,3		5,8	2,4		13		2			2,7	
John et al. 2007	416 Deutschland	27,4	21,4	44,2		6,3	4,8		33,2		3,6			3,4	
Winocur et al. 2009	298 Israel- Jüdisch	47	18	36,2		12,8	8,1		14,1		6,4			2,9	
Reiter et al. 2006	125 Israel- Jüdisch	30	15	21		1	0		35		6			9	
	72 Israel- Arabisch	25	16	10		1	0		29		6			4	
Manfredini 2006	377 Italien	36,3	1,9	32,1	31,0	2,9	1,9	2,9	17,5	16,2	12,7	10,9	11,7	12,5	
List & Dworkin 1996	82 Schweden	50	26	28	34	4	0		16	23	9		10		
	210 Amerika	46	30	18	24	5	1,5		43	38	6		1		
Yap 2003	191 Singapur	13	18	12,5	9,9	2,6	0,5	1,0	11,5	10,9	0,5	0	1,0	1,5	

Tabelle 2 Studien zur Prävalenz von RDC-TMD-Diagnosen bei Patienten mit CMD, Einzeldiagnose/n in % (nach Manfredini et al. 2011)

## **3.2 Messinstrumente**

Es gibt eine Vielzahl von Möglichkeiten die Parameter der Bewegungskapazität des Unterkiefers zu vermessen. Agerberg (1974a) verwendete bei 12 bis 25-monatigen Probanden beispielsweise Äpfel, in welche diese beißen mussten. Anschließend wurden die Einbissstellen der Ober- und Unterkieferfrontzähne mit einer Schiebelehre vermessen und so die Mundöffnung ermittelt.

Das `dentaConcept` nutzt das CMDmeter, eine transparente Messlehre mit der die horizontale und vertikale Unterkieferbeweglichkeit sowie die Mundöffnung und deren Asymmetrien bestimmt werden können (Ahlers & Jakstat 2011).

In der zahnärztlichen Praxis wird die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers vor allem mit einfachen Hilfsmitteln wie Zirkel oder Lineal durchgeführt (Landtwing 1978). Die Messlineale sollten aus Metall sein und den medizinischen Qualitätsansprüchen genügen (Pullinger et al. 1987; Fuhr & Reiber 1995).

Die meisten Befundbögen für kranio-mandibuläre Dysfunktionen, wie die RDC/TMD oder auch der Klinische Funktionsstatus der DGFD/T/DGZMK, empfehlen den Gebrauch von einem Lineal (John et al. 2006; DGFD/T 2005).

## **3.3 Normwerte der Bewegungskapazität**

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen zu Normwerten der Unterkieferbeweglichkeit. Oft fehlt bei publizierten Werten eine Definition der vertikalen Unterkieferbeweglichkeit. Die maximale Mundöffnung ist nach Agerberg und John als maximale Schneidekantendistanz plus Overbite definiert (Agerberg 1974b; John & Zwijnenburg 2001). Dies wird allerdings in einigen Artikeln mit der Schneidekantendistanz vermischt. Aus dem Kontext lassen sich teilweise Zuordnungen vermuten, diese sind jedoch nicht eindeutig.

In den meisten Publikationen findet man Einstimmigkeit darüber, dass die maximale Mundöffnung (MÖ) bzw. maximale Schneidekantendistanz (SKD) bei Männern größer als bei Frauen ist. Die Werte für Overjet (OJ), Overbite (OB) und Laterotrusion (Lat) müssen nicht geschlechtsspezifisch differenziert werden. Jedoch zeigt sich, dass die Unterkiefer-Bewegungskapazität zu 25 bis 40 % durch die

Gesichtsmorphologie beeinflusst wird (Ingervall 1971). So vergrößert sich im jugendlichen Alter (12 - 19 Jahre) die Mundöffnung mit zunehmenden Lebensjahren (Landtwing 1978). Im Gegensatz zu bezahnten Patienten ist bei Totalprothesenträgern diese vertikale Bewegungskapazität im Durchschnitt um 2 mm vermindert (Agerberg & Osterberg 1974).

Ergänzend werden in einigen Veröffentlichungen auch konkrete Normwerte für die maximale Mundöffnung angegeben. So benennen die Autoren Fuhr und Reiber Richtwerte von 40 mm bis 45 mm im Bereich des Inzisalpunktes. Sie beschreiben weiterhin, dass eine physiologische Streubreite der Unterkieferbeweglichkeit berücksichtigt werden sollte (Fuhr & Reiber 1995).

Die Deutsche Gesellschaft für Funktionsdiagnostik und –therapie (DGFDt) definiert, dass eine aktive Mundöffnung von mehr als 40 mm regulär ist. Generell wird eine passive Munddehnung um 1 bis 2 mm als physiologischer Zustand und eine Laterotrusion von mehr als 8 mm als regelrecht angesehen (DGFDt 2005). Diese Normwerte zeigen ihre Berechtigung in den Ergebnissen bevölkerungsrepräsentativer Studien, wie der Deutschen Mundgesundheitsstudie III. Bei 99 % der Probanden im Alter von 35-44 Jahren wurde eine Mundöffnung von über 39 mm und bei 94 % eine Laterotrusion von mehr als 6 mm (John & Wefers 1999a) gemessen. Senioren (65+ Jahre) zeigten eine etwas verminderte Bewegungskapazität des Unterkiefers (John & Wefers 1999b).

In Tabelle 3 sind die ermittelten Normwerte der Bewegungskapazität des Unterkiefers aus verschiedenen Publikationen dargestellt. Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass die aktive Schneidekantendistanz im Mittel zwischen 51,0-55,5 mm und die Mundöffnung im Bereich von 50,9-59,0 mm gemessen wird. Durchschnittlich lassen sich die Werte der aktiven Öffnung durch passive Munddehnung um 1-2 mm vergrößern. Frauen haben eine geringere vertikale Bewegungskapazität als Männer. Der Umfang der Lateralbewegungen liegt zwischen 9-10 mm rechtsseitig und 10 mm linksseitig. Im Allgemeinen werden der Overjet und der Overbite mit 3 mm ermittelt.

Erstautor und Jahr	Probanden (n) Gruppe		SKDa	SKDp	MÖa	OJ	OB	Lat re	Lat li
			Werte in mm						
Agerberg 1974b	205 NCMD		55,5 ♂ 51,0 ♀	-	58,6 ♂ 53,3 ♀	-	3,0 ♂ 2,3 ♀	9,1	10,0
Goulet et al. 1998	72 NCMD		-	54,7^	52,6	-	-	10,1	9,9
Travell 1960	150 NCMD		-	-	59,0 ♂ 53,0 ♀	-	-	-	-
Kopp & Wenneberg 1983	19 NCMD		-	-	53,3- 54,0	2,7- 3,2	2,6- 3,0	-	-
Landtwing 1978	70 NCMD		52,5- 55,0	-	58,0- 59,0	-	-	-	-
Goulet et al. 1998	72 CMD		-	53,1^	50,9	-	-	9,5	9,7
Dworkin et al. 1988	48 NCMD + CMD		52,0	53,4	-	2,6	3,5	-	-
List et al. 2006	48 NCMD + CMD		53,1	55	-	-	-	10,7	10,7
Nevakari 1960	100 NCMD + CMD		-	-	57,5 ♂ 54,0 ♀	-	3,5 ♂ 3,7 ♀	-	-
Magnusson et al. 2000	100 NCMD + CMD		-	-	55,5	-	-	10,1	10,4
Adern et al. 2014	2837 NCMD + CMD		-	-	52,0 ♂ 50,4 ♀	-	-	-	-
Zwijenburg et al. 2002	725 NCMD + CMD		-	48,6^	46,0	-	-	-	-
Ingervall 1971	101 N.N.		-	-	52,0	2,6	2,6	10,2	10,2
Lignell 1967 Agerberg 1974b	zit.n. N.N.	N.N. N.N.	55 ♂ 51 ♀	N.N.	N.N.	N.N.	N.N.	N.N.	N.N.

**Tabelle 3** Normwerte der Unterkieferkapazität aus der Literatur, dabei sind Werte für Schneidekantendistanz (SKD) aktiv (a) und passiv (p), Mundöffnung (MÖ), Laterotrusion (Lat) links (li) und rechts (re) sowie Overjet und Overbite dargestellt. Die Probandenpopulation wird in symptomfreie (NCMD) und CMD-Patienten (CMD) unterschieden. Geschlechtsspezifische Unterschiede sind durch ♂ für männlich und ♀ für weiblich vermerkt. Unbekannte Werte sind als N.N. angegeben, nicht erhobene als -. ^ Bei dieser Untersuchung wurde MÖp gemessen.

### 3.4 Reliabilität

Die Reliabilität eines diagnostischen Tests bezeichnet die Konsistenz von Ergebnissen bei der Befundung derselben Objekte. Man nennt die Wiederholung von einer Untersuchung auch Reproduzierbarkeit. Dies kann durch verschiedene Untersucher (interrater reliability) durchgeführt werden. Ebenso ist die wiederholte Befundung durch einen Untersucher (intrarater reliability) möglich (Guggenmoos-Holzmann & Wernecke 1996).

In der Literatur gibt es eine Vielzahl von Methoden um Reliabilitäten zu untersuchen. Dies macht die Vergleichbarkeit einzelner Publikationen zum Teil nur beschränkt möglich. In den aktuellen Veröffentlichungen wird jedoch die Intra-Klassen-Korrelation (IKK) für kontinuierliche Daten als präferierte Datenanalysemethode vorgeschlagen (Dworkin et al. 1988; John & Zwijnenburg 2001; Leher et al. 2005).

Für den Reliabilitätskoeffizienten (IKK) gilt, dass höhere Werte eine bessere Übereinstimmung zwischen den Untersuchern bedeuten. Ein Wert von 1 ist mit perfekter und 0 mit willkürlicher Übereinstimmung gleichzusetzen. (Hallgren 2012)

Eine mögliche Interpretation der IKK-Werte nach Cicchetti ist (Cicchetti 1994):

0,75-1,0	exzellente Übereinstimmung
0,60-0,74	gute Übereinstimmung
0,40-0,59	moderate Übereinstimmung
< 0,40	schlechte Übereinstimmung.

#### 3.4.1 Interrater-Reliabilität der Bewegungskapazität

Nachfolgend werden die ermittelten Intra-Klassen-Koeffizienten (IKK) für die aktive (a) und passive (p) Schneidekantendistanz (SKD) als auch für den Overjet (OJ), Overbite (OB), sowie für die Laterotrusionen (Lat) nach rechts (LR) und links (LL) aus der Literatur dargestellt. Die Messwerte wurden mit dem Lineal erhoben.

Leher et al. verglichen bei 27 CMD-Patienten Messwerte zweier unerfahrener Untersucher, welche das letzte Jahr des Zahnmedizinstudiums absolvierten und zweier erfahrener Zahnärzte. Einen Tag vor der Befunderhebung wurden alle Untersucher in einer vierstündigen Sitzung kalibriert. Der Vergleich der Messergebnisse ergab keine Unterschiede zwischen den Reliabilitäten der beiden Untersuchergruppen. Die Übereinstimmung der Messwerte (angegeben als Gesamtwerte für alle Untersucher) war im exzellenten Bereich für die vertikale Bewegungskapazität (IKK SKDa 0,83; SKDp 0,93) und den Overjet (IKK 0,79). Die Vermessung des Overbite zeigte eine gute Reproduzierbarkeit (IKK 0,70). Die Messwerte der Laterotrusion konnten sowohl links- als auch rechtsseitig mit moderater Übereinstimmung ermittelt werden (IKK LR 0,41; LL 0,40) (Leher et al. 2005).

Die Autoren Goulet et al. werteten die Messergebnisse von fünf kalibrierten Zahnärzten aus. 72 Patienten ohne und mit Symptomen von Funktionsstörungen wurden durch jeweils zwei Behandler aus diesem Pool befundet. Daraus ergaben sich exzellente bis gute Reliabilitäten für die Vermessung der vertikale Bewegungskapazität und der Frontzahnstufen (IKK SKDa 0,87; SKDp 0,93; OJ 0,73; OB 0,72). Auch hier zeigte die Reproduzierbarkeit der Messwerte der Laterotrusion schlechtere Ergebnisse (IKK LR 0,59; LL 0,68) (Goulet et al. 1998).

Die Arbeit von Wahlund et al. präsentiert eine exzellente Reliabilität zwischen zwei kalibrierten Zahnärzten bei der Vermessung von aktiver und passiver Öffnung des Kiefers, welche jedoch nicht genauer definiert ist (IKK 0,98). Für Laterotrusionswerte wurden gute Übereinstimmungen (IKK 0,67) ermittelt (Wahlund et al. 1998).

Die Autoren Carlsson et al. fanden nur geringe Abweichungen bei der Mundöffnungsmessung (nicht genauer definiert) von 20 Probanden durch drei Untersucher, wobei die Art der Untersucher nicht genauer beschrieben ist (Carlsson et al. 1974). Sechs Jahre später wurden durch Carlsson et al. die Ergebnisse zweier erfahrener Zahnärzte bei 30 symptomfreien Patienten verglichen. Sie stellten große Unterschiede bei der Vermessung der Laterotrusion nach links zwischen den beiden Untersuchern fest. Bei maximaler Mundöffnung (nicht genauer definiert) und Laterotrusion nach rechts gab es jedoch keine Unterschiede in der Wiederholbarkeit (Carlsson et al. 1980).

Bei Agerberg befundeten zwei Untersucher, welche nicht näher beschrieben sind, 205 Patienten ohne Anhalt für kranio-mandibuläre Dysfunktion im Alter von 18 bis 25 Jahren. Es gab keine Unterschiede der Reliabilität zwischen den Messwerten (MÖ, Lat, Overjet, Overbite) (Agerberg 1974b).

Auch in einer bevölkerungsrepräsentativen Studie, der Deutschen Mundgesundheitsstudie III, wurden exzellente Übereinstimmungen in der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers zwischen mehreren Zahnärzten ermittelt (IKK MÖ 0,97; OJ 0,94; OB 0,89; LL 0,97; LR 0,95 ) (John & Wefers 1999c).

Es zeigt sich, dass wiederholte Kalibrierung von Untersuchern die Interrater-Reliabilität der Bestimmung der Bewegungskapazität verbessert (List et al. 2006). Auch das Training von Untersuchern erhöht die Reproduzierbarkeit der Vermessungen (Dworkin et al. 1988).

In einer Publikation von John und Zwijnenburg wurde die Interrater-Reliabilität von vier trainierten Untersuchern an 36 Patienten (gesund und CMD) bestimmt. Bei der ersten Messreihe wurden exzellente bis gute Übereinstimmungen ermittelt (IKK maximale Mundöffnung MÖa 0,93; LR 0,73; LL 0,79). Bei einer späteren, zweiten Messreihe konnten höhere Übereinstimmungen erzielt werden (IKK MÖa 0,94; LR 0,79; LL 0,85). Durch die Autoren wird geschlussfolgert, dass Übung die Reliabilität verschiedener Untersucher verbessert (John & Zwijnenburg 2001).

Auch Dworkin et al. verglichen den Einfluss des Trainings auf die Reproduzierbarkeit von Messergebnissen. Vier erfahrene, trainierte Dentalhygienikerinnen und drei untrainierte Zahnärzte in Weiterbildung zum Spezialist für kranio-mandibuläre Dysfunktion befundeten 48 Patienten ohne und mit Symptomen von Funktionsstörungen. Die Reliabilitätskoeffizienten der trainierten Dentalhygienikerinnen waren höher als die der untrainierten Zahnärzte (IKK Trainierte/Untrainierte: SKDa 0,96/0,90; SKDp 0,98/0,92; OJ 0,88/0,79; OB 0,81/0,85) (Dworkin et al. 1988). In einem Folgeartikel aus dem Jahr 1990 wurde der Einfluss der Kalibrierung auf die Vermessung der oben genannten Parameter ermittelt. Diesmal wurden die Ergebnisse von vier trainierten, kalibrierten Dentalhygienikerinnen und drei unkalibrierten, erfahrenen CMD-Spezialisten verglichen. 64 symptomlose und funktionell erkrankte Patienten wurden befundet. Die IKK-Werte der Dentalhygienikerinnen waren sowohl trainiert (1988) als auch



kalibriert (1990) identisch, gleiches gilt für die Ergebnisse der untrainierten (1988) und trainierten (1990) Zahnärzte ([sic!] IKK Kalibrierte/Unkalibrierte: SKDa 0,96/0,90; SKDp 0,98/0,92; OJ 0,88/0,79; OB 0,81/0,85). Im Artikel von 1990 wurden zudem die IKK-Werte für Laterotrusionsvermessungen von den kalibrierten Untersuchern erhoben und mit guter Übereinstimmung (IKK 0,70) ermittelt (Dworkin et al. 1990).

Auch die Interrater-Reliabilität zu unterschiedlichen Zeitpunkten wurde in einigen Publikationen vermessen.

In der Studie von Kopp und Wenneberg wurden von zwei Untersuchern (Art der Untersucher unbekannt) Kapazitätswerte im Abstand von drei Stunden bei 19 symptomfreien Patienten und Patienten mit milder Dysfunktion vermessen. Die maximale Mundöffnung zeigte die höchste Reliabilität. Die Reproduzierbarkeit der Werte eines Untersuchers war höher als die mehrerer (Kopp & Wenneberg 1983).

Sechs Jahre zuvor verglich Kopp vermutlich erfahrene (nicht genauer bezeichnet) Behandler (bei 34 CMD Patienten). Nach 6 Wochen zeigten sich hohe Übereinstimmungen zu den Ausgangswerten bei der Vermessung der maximalen interinzisalen Distanz (Kopp 1977).

### **3.4.2 Intrarater-Reliabilität der Bewegungskapazität**

Die Autoren Wahlund et al. untersuchten die Reliabilität eines Zahnarztes im Abstand von einer Woche. Vermessen wurden 50 schwedische Jugendliche. Es ergaben sich exzellente Reliabilitäten (IKK SKDa 0,97; SKDp 0,96; Lat 0,74) (Wahlund et al. 1998).

Ebenso befasst sich Agerberg mit der Intrarater-Reliabilität. Drei aufeinander folgende Male, deren zeitlicher Abstand nicht näher bekannt ist, wurde durch Agerberg selbst befundet. Es ergaben sich bei Schneidekantendistanz und Laterotrusion rechts schlechtere Reproduzierbarkeiten als bei der Interrater-Reliabilität (Agerberg 1974b).

Ein erfahrener Behandler bestimmte laut Carlsson et al. bei 22 gesunden Elfjährigen die Messwerte der Unterkieferbewegung (MÖa, OJ, OB, Lat) im Abstand von 5 Wochen. Es konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Weiterhin wurde geschlussfolgert, dass die Intrarater-Reliabilität nach 5 Wochen besser sei, als

die Reproduzierbarkeit zwischen verschiedenen Untersuchern. Im gleichen Artikel wurde zudem die Intrarater-Reliabilität bei 30 symptomfreien Erwachsenen nach einem Jahr bewertet. Es zeigte sich eine Verschlechterung der Reliabilität der Vermessung der maximalen Mundöffnung und Laterotrusion rechts (Carlsson et al. 1980).

### **3.5 Fazit der Literaturrecherche**

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein Untersucher im Zeitraum von bis zu sechs Wochen die besten Übereinstimmungen erzielt. Die Kalibrierung oder auch vermehrte Übung von Untersuchern scheint eine wichtige Rolle für die Reproduzierbarkeit der Messwerte zu spielen und die Reliabilität der Ergebnisse zu verbessern.

Die Messwerte der Schneidekantendistanzen und Frontzahnstufen sind sehr gut reproduzierbar. Im Detail finden sich dabei höhere Übereinstimmungen für die Vermessungen der passiven als für die aktive Schneidekantendistanz und bessere Reliabilitätskoeffizienten für den Overjet als für den Overbite. Die Reproduzierbarkeit der Messwerte der Laterotrusion ist im Vergleich deutlich geringer.

Es gibt nur wenige Studien, in denen die Methodik der Vermessung klar definiert ist. In einigen Artikeln werden Zahnärzte als „unerfahrene Behandler“ definiert, obwohl anzunehmen ist, dass sie vorher bereits mehrfach den Umfang der Unterkieferkapazität bestimmt haben. Zudem ist zu bemerken, dass in einem Artikel Studierende als unerfahren bezeichnet sind, obwohl sie kurz zuvor mehrstündig kalibriert wurden. Es gibt keine Untersuchungen, welche die Reliabilität der Messwerte der funktionellen Kapazität bei Patienten mit Funktionsstörungen und symptomfreien Patienten vergleichen. Des Weiteren fehlen Angaben zur Reproduzierbarkeit der Bewegungskapazität des Unterkiefers über einen mittellangen Zeitraum von 3 Monaten, ein Intervall, welches besonders während einer umfangreichen zahnärztlichen Behandlung interessant sein könnte.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Verwendete Materialien

1. Microsoft Access, StataSE 13
2. Messlineal
3. Permanent Marker
4. Befundbogen des Internationalen RDC-TMD Consortium 2011: RDC/TMD-G, vgl. Anlage 10-Anlage 12 (John et al. 2006)
5. Befundbogen des Integrativen Klinischen Mundgesundheits-Index (IKMI) Version 0.2, vgl. Anlage 13-Anlage 17 (Reissmann 2012)

### 4.2 Probanden

Insgesamt wurden von März 2012 bis Juli 2013 fünfundachtzig konsekutiv rekrutierte Personen im Abstand von durchschnittlich  $57,2 \pm 14,2$  Tagen vermessen. Davon waren 60 % weiblichen Geschlechts. Das Durchschnittsalter betrug  $39,8 \pm 17,8$  Jahre (minimal 18 Jahre, maximal 84 Jahre). Die Probanden wurden entsprechend den RDC-TMD-Kriterien in die Gruppen „Kontrollgruppe“ und „kranio-mandibuläre Dysfunktion“, kurz „CMD“, eingeteilt. In Tabelle 4 und Diagramm 1 ist dies detailliert dargestellt.

	<b>Gesamt</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	<b>CMD-Gruppe</b>
<b>Anzahl</b>	85	29	56
<b>Alter in Jahren: <math>\bar{x} \pm SD</math> (Minimal-/ Maximalalter)</b>	$39,8 \pm 17,8$ (18-84)	$53,6 \pm 16,2$ (25-84)	$32,7 \pm 14,2$ (18-70)
<b>Geschlecht</b>	34 männlich 51 weiblich	12 männlich 17 weiblich	22 männlich 34 weiblich

**Tabelle 4 Alters- und geschlechtsspezifische Verteilung der Probanden nach symptomfreien Probanden (Kontrollgruppe) und Probanden mit Funktionsstörungen (CMD), Durchschnittsalter ( $\bar{x}$ ), Standardabweichung (SD)**

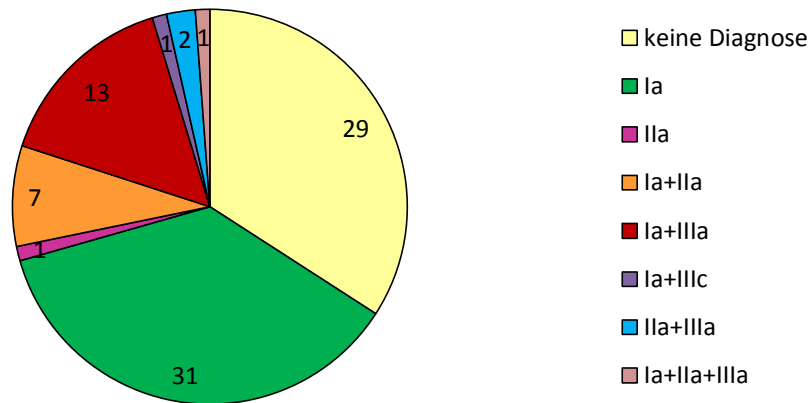


Diagramm 1 Verteilung aller Probanden bezogen auf die RDC/TMD-Diagnosen; Ia Myofaszialer Schmerz, IIa Diskusverlagerung mit Reposition, IIIa Arthralgie, IIIc Osteoarthritis; gesamt n = 85

### 4.2.1 Probanden der Kontrollgruppe

Die Probanden der Kontrollgruppe wurden im zweiten klinischen Kurs der Zahnersatzklinik des Universitätsklinikums Leipzig behandelt und im Rahmen der Studie des Integrativen Klinischen Mundgesundheits-Index (IKMI) befundet. Ausschlusskriterien stellten eine potentielle Schneidekantendistanzänderung durch prothetische Maßnahmen und ein Probandenalter von unter 18 Jahren dar.

### 4.2.2 Probanden der Gruppe kranio-mandibuläre Dysfunktion (“CMD“)

Die Probanden dieser Gruppe zeigten alle kranio-mandibuläre Dysfunktionen nach RDC/TMD-Kriterien und wurden im Rahmen des zweiten klinischen Kurses der Zahnersatzklinik des Universitätsklinikums Leipzig behandelt. Ausgeschlossen wurden Probanden, welche in funktioneller Therapie wie beispielsweise physiotherapeutischer, psychosomatischer Behandlung oder begonnener Schienentherapie waren.

### 4.2.3 Prävalenz der Diagnosen des RDC/TMD bei Probanden mit kranio-mandibulärer Dysfunktion

Innerhalb der Gruppe "CMD" zeigt eine Auflistung der Diagnosen der RDC/TMD, dass myofaszieller Schmerz mit einer Prävalenz von 95 % am häufigsten auftritt. Eine Diskusverlagerung mit Reposition zeigt jeder fünfte, eine Arthralgie jeder dritte Proband der Gruppe. Einzeldiagnosen wurden häufiger vergeben (57 %) als kombinierte Diagnosen (43 %). Die ausführlichen Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

RDC/TMD-Diagnose	Probanden (n)	Prävalenz (n/56)
Ia Myofaszieller Schmerz	53	95 %
IIa Diskusverlagerung mit Reposition	11	20 %
IIIa Arthralgie	16	30 %
IIIc Osteoarthritis	1	2 %
Einzeldiagnosen	31 Ia; 1 IIa	57 %
Kombinierte Diagnosen	13 Ia+IIIa; 7 Ia+IIa; 2 IIa+IIIa; 1 Ia+IIIc; 1 Ia+IIa+IIIa	43 % (23%; 13%; 4%; 2%; 2%)

Tabelle 5 Prävalenz der RDC/TMD-Diagnosen in der "CMD"-Gruppe (56 Probanden); Ia Myofaszieller Schmerz, IIa Diskusverlagerung mit Reposition, IIIa Arthralgie, IIIc Osteoarthritis; Erstuntersuchung (t<sub>0</sub>)

## 4.3 Untersucher

Die Untersucher wurden in drei verschiedene Gruppen eingeteilt. Die erste Untersucherguppe (U1) setzte sich aus Studierenden der Zahnmedizin des zweiten klinischen Kurses der Zahnersatzkunde (5. Studienjahr) der Universität Leipzig zusammen. Diese Gruppe wurde ein Jahr zuvor während eines einstündigen Seminars mit den Messmethoden vertraut gemacht und konnte ihre Fähigkeiten innerhalb des Jahres selbstständig trainieren. Eine Kalibrierung erfolgte nicht. Die

zweite Untersucherguppe (U2) bestand aus sechs erfahrenen Zahnärzten der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig. Die Dritte Gruppe bildete ein erfahrener Zahnarzt (U3) der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig. Alle erfahrenen Untersucher wurden drei Monate zuvor nach den Richtlinien der RDC/TMD-G (John et al. 2006) kalibriert.

### 4.4 Versuchsdurchführung

Die Probanden wurden zu zwei Zeitpunkten untersucht. Diese Untersuchung fand zum einen bei Behandlungsbeginn ( $t_0$ ) und zum anderen am Tag der Eingliederung ( $t_1$ ) des Zahnersatzes bzw. der Äquilibrationsschiene statt. Die Zweituntersuchung wurde in der Kontrollgruppe vor der Eingliederung des Zahnersatzes nach durchschnittlich  $92,8 \pm 16,3$  Tagen (minimal 26 Tage, maximal 203 Tage) durchgeführt. In der CMD-Gruppe erfolgte die zweite Vermessung vor der Eingliederung der Äquilibrationsschiene nach durchschnittlich  $40,1 \pm 14,2$  Tagen (minimal 13 Tage, maximal 98 Tage). Zum Zeitpunkt  $t_0$  wurde der Proband in randomisierter Reihenfolge von allen drei Untersucherguppen innerhalb von 15 Minuten befundet, zum Zeitpunkt  $t_1$  fand die Untersuchung ausschließlich durch Untersucherguppe 3 statt.

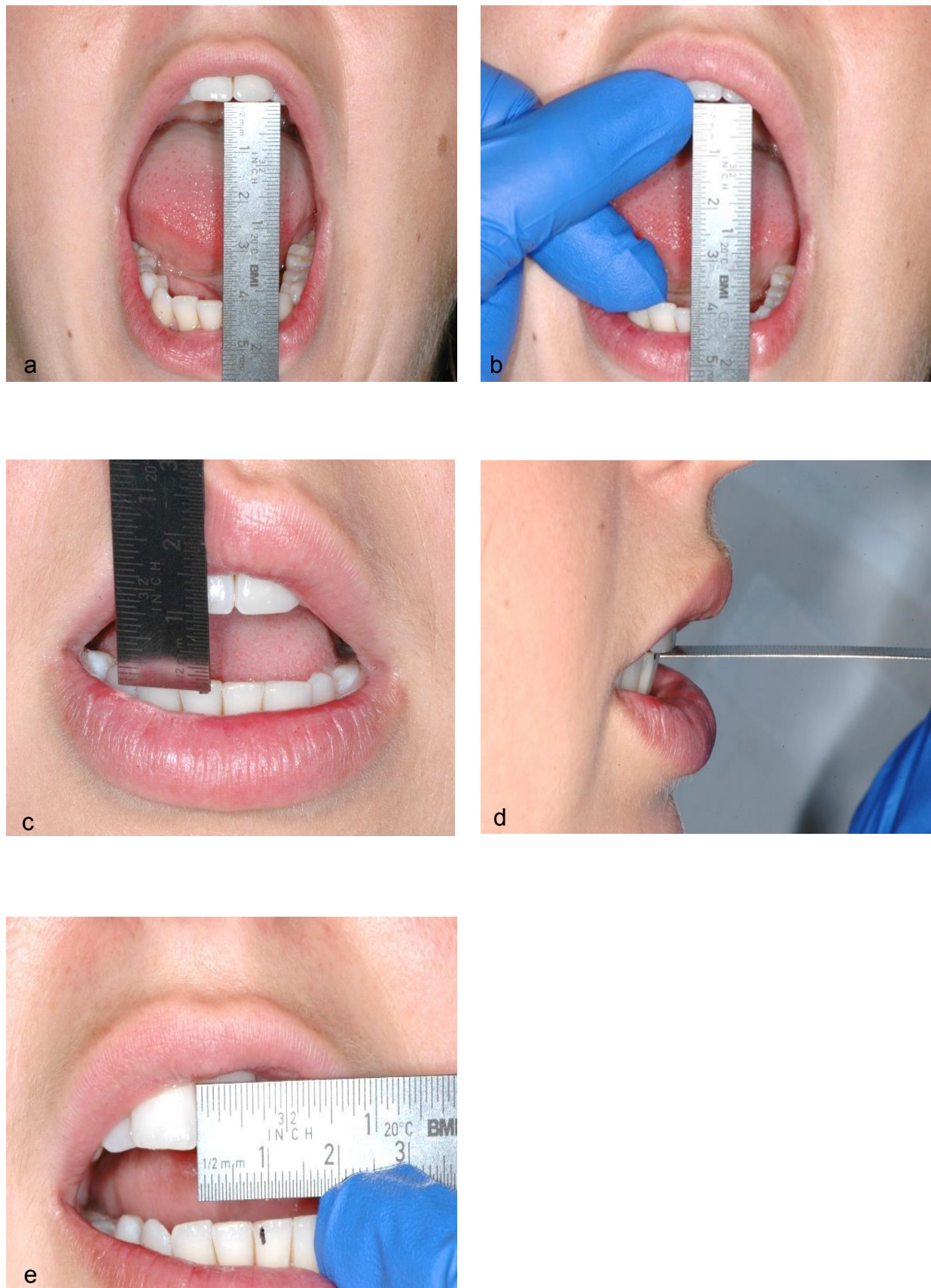
Vorlage für den verwendeten Befundbogen war der IKMI Untersuchungsbogen Version 0.2. Dieser ermittelt die Bewegungskapazität des Unterkiefers in den Punkten aktive und passive Schneidekantendistanz, Overjet, Overbite und rechtsseitige sowie linksseitige Laterotrusionsbewegung. Zur Vermessung der aktiven Schneidekantendistanzen wurde das vertikal ausgerichtete Lineal an die Schneidekante des oberen mittleren Inzisiven angehalten. Der Proband wurde gebeten den Mund so weit wie möglich zu öffnen, auch wenn es schmerzhaft sei. Bei der passiven Schneidekantendistanz platzierte der Untersucher zusätzlich den Daumen auf den oberen mittleren Inzisivi und den Zeige- oder Mittelfinger auf den unteren Frontzähnen. In dieser Position wurde ein mäßiger Druck angewendet, um den Unterkiefer weiter bis zur Grenzposition zu bewegen. Die Vermessung selbst wurde wie die Bestimmung der aktiven Schneidekantendistanz durchgeführt. Der

## Material und Methoden

Overjet und der Overbite wurden in maximaler Interkuspidation durch Anhalten des Lineals an die mittleren Schneidezähne gemessen. Als Referenzpunkt galt bei der Bestimmung des Overjets, der am weitest anteinklinierte Frontzahn im Oberkiefer. Die Laterotrusionsbewegungen wurden durch Vermessung der Mittellinie der oberen Inzisiven und der Referenzlinie der Mittellinienabweichung im Unterkiefer ermittelt (Reissmann 2012). Die Überlappung der Unterkieferzähne durch die Oberkieferzähne und die Mittellinienabweichung wurde zuvor mit einem Stift markiert. Die Durchführung der Vermessung ist in Abbildung 4 dargestellt.

Je Proband wurde ein Untersuchungsbogen verwendet, welcher von einer unabhängigen Person ausgefüllt wurde. Die entsprechenden Werte wurden in die dafür vorgesehenen Felder eingetragen.

## Material und Methoden



**Abbildung 4** Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers; a aktive Schneidekantendistanz, b passive Schneidekantendistanz, c Overbite, d Overjet, e Laterotrusion (hier nach links)



## **4.5 Statistische Auswertung**

### **4.5.1 Berechnung der Reliabilität**

Die Berechnung der Inter- und Intrarater-Reliabilität wird anhand der Intra-Klassen-Korrelation (IKK) durchgeführt. Zudem wird auch deren 95 %-Konfidenzintervall bestimmt. Hinweise auf klinisch hinreichend reliable Ergebnisse werden bei guter bis exzellenter Reliabilität (IKK 0,60-1,00) angenommen. Für die Bestimmung der IKK-Werte verschiedener Untersucher wird nach dem two-way random-Modell ausgewertet. Für die Reliabilität eines Untersuchers wird das two-way mixed-Modell genutzt.

### **4.5.2 Vergleich der Reliabilität**

Der Vergleich unterschiedlicher Probandengruppen wird durch Kalkulation der mittleren Messdifferenzen vorgenommen. Die Ermittlung signifikanter Unterschiede dieser Messdifferenzen wird mithilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt.

Die verschiedenen Untersuchergruppen werden durch die Berechnung der absoluten Messdifferenzen verglichen und die Signifikanz dieser Differenzen durch einen paarweisen t-Test untersucht.

Die durchschnittlichen Messwerte unterschiedlicher Parameter werden durch einen unpaaren t-Test geprüft.

Das Signifikanzniveau wird für alle Berechnungen bei  $\alpha = 0.05$  festgelegt.

### **4.5.3 Berechnung des Goldstandards**

Der Goldstandard wird als arithmetischer Mittelwert beider erfahrener Untersuchergruppen (U2 und U3) für jeden Parameter berechnet. Dies wird im Ergebnisteil 5.2.1.1.1 genauer erläutert.

#### **4.5.4 Nullhypothesen**

Folgende Nullhypothesen wurden aufgestellt:

H<sub>0a</sub>: Es gibt keinen Unterschied zwischen Messungen zweier erfahrener Untersucher am gleichen Probanden zu einem Zeitpunkt.

H<sub>0b</sub>: Es gibt keinen Unterschied zwischen Messungen erfahrener und unerfahrener Untersucher am gleichen Probanden zu einem Zeitpunkt.

H<sub>0c</sub>: Es gibt keinen Unterschied zwischen Messungen eines erfahrenen Untersuchers am gleichen Probanden zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten.

H<sub>0d</sub>: Es gibt keinen Unterschied der Reproduzierbarkeit von Messungen des Goldstandards im Vergleich der Gruppen "CMD" und der Kontrollgruppe zu einem Zeitpunkt.

H<sub>0e</sub>: Es gibt keinen Unterschied der Reproduzierbarkeit von Messungen eines unerfahrenen Untersuchers im Vergleich der Gruppen "CMD" und der Kontrollgruppe zu einem Zeitpunkt.

H<sub>0f</sub>: Es gibt keinen Unterschied der Reproduzierbarkeit von Messungen eines erfahrenen Untersuchers im Vergleich der Gruppen "CMD" und der Kontrollgruppe zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Durchschnittswerte

Die Auswertung der Vermessungen des Goldstandards zu Zeitpunkt  $t_0$  ergab eine durchschnittliche aktive Schneidekantendistanz aller Probanden von 49 mm. Passiv konnte die Mundöffnung im Durchschnitt um 1 mm vergrößert werden. Der Overjet und der Overbite betrugen im Mittel jeweils 3 mm. Die Laterotrusionsbewegungen zeigten nach rechts (10,1 mm) geringere Werte als nach links (10,4 mm). Diese Messunterschiede sind nicht statistisch signifikant (unpaarer t-Test  $p = 0,40$ ).

Bei der geschlechtsspezifischen Analyse sind die durchschnittlichen Messwerte für die aktive und passive Schneidekantendistanz sowie für die Laterotrusionen bei Frauen geringer als bei Männern. Dahingegen sind die Frontzahnstufen bei den weiblichen Probanden größer. Die Varianzanalyse zeigt keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern (ANOVA:  $p = 0,78$ ). Die ausführlichen Resultate sind in Tabelle 6 dargestellt.

Werte in mm	Gesamt (n = 85)		Weiblich (n = 51)		Männlich (n = 34)	
	Ø (SD)	Min-Max	Ø (SD)	Min-Max	Ø (SD)	Min-Max
Aktive SKD	48,8 (6,0)	36-63	48,3 (5,8)	36-59	49,7 (6,2)	38-63
Passive SKD	50,0 (6,1)	37-64	49,5 (6,0)	37-60	50,8 (6,3)	38-64
Overjet	2,9 (1,7)	-1,5-7,5	3,1 (1,7)	-1,5-7,5	2,6 (1,6)	0-7
Overbite	2,8 (1,6)	-0,5-6,5	2,9 (1,4)	-0,5-5,5	2,7 (1,8)	-0,5-6,5
Laterotrusion rechts	10,1 (2,1)	5,5-16	9,9 (1,8)	7-14,5	10,4 (2,4)	5,5-16
Laterotrusion links	10,4 (2,5)	5-18	10,1 (2,1)	5-14	10,9 (3,1)	5-18

**Tabelle 6** Messergebnisse des Goldstandards aller Probandengruppen: durchschnittliche Messwerte (Ø) der Bewegungskapazität mit Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min-Max); Schneidekantendistanz (SKD); Zeitpunkt  $t_0$

Im Vergleich der Probandengruppen "Kontrollgruppe" und "CMD" finden sich nur geringe Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Messwerten. Mit Hilfe der Varianzanalyse kann keine statistische Signifikanz dieser Messunterschiede festgestellt werden (ANOVA:  $p = 0,85$ ). Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist in Tabelle 7 aufgelistet.

Werte in mm	Kontrollgruppe (n = 29)		CMD-Gruppe (n = 56)	
	Ø (SD)	Min-Max	Ø (SD)	Min-Max
Aktive Schneidekantendistanz	47,7 (7,0)	36-59	49,3 (5,5)	37,5-63
Passive Schneidekantendistanz	48,9 (7,1)	37-60,5	50,5 (5,7)	38-64
Overjet	3,5 (2,1)	-1,5-7	2,7 (1,4)	0-7,5
Overbite	3,4 (1,9)	-0,5-6,5	2,6 (1,4)	-0,5-6,5
Laterotrusion rechts	9,7 (2,2)	5,5-14,5	10,2 (2,0)	7-16
Laterotrusion links	10,1 (3,0)	5-16	10,5 (2,4)	5,5-18

**Tabelle 7** Messergebnisse des Goldstandards: Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"; durchschnittliche Messwerte (Ø) der Bewegungskapazität mit Standardabweichung (SD), Minimal- und Maximalwerte (Min-Max); Zeitpunkt  $t_0$

## 5.2 Reliabilitäten

### 5.2.1 Untersucherbezogener Vergleich der Reliabilität

#### 5.2.1.1 Interrater Reliabilität

##### 5.2.1.1.1 Reliabilität zweier erfahrener Untersuchergruppen zu Zeitpunkt $t_0$

Die Beurteilung der Interrater-Reliabilitäten zweier erfahrener Untersuchergruppen (U2, U3) zum Zeitpunkt  $t_0$  wurde durch die Berechnung der Reliabilitätskoeffizienten (IKK) durchgeführt.

Alle vermessenen Parameter wurden als exzellent reliabel im Bereich von 0,77-0,93 (nach Cicchetti vgl. Seite 15) ermittelt. Dabei weisen die Koeffizienten für die Vermessung der Laterotrusionen die niedrigsten Werte und jene für die passive Schneidekantendistanz die höchsten Werte auf. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 detailliert dargestellt.

## Ergebnisse

Parameter	IKK	(95 %-Konfidenzintervall)
Aktive Schneidekantendistanz	0,88	(0,85-0,96)
Passive Schneidekantendistanz	0,93	(0,75-0,97)
Overjet	0,90	(0,85-0,94)
Overbite	0,82	(0,72-0,88)
Laterotrusion rechts	0,80	(0,71-0,87)
Laterotrusion links	0,77	(0,66-0,87)

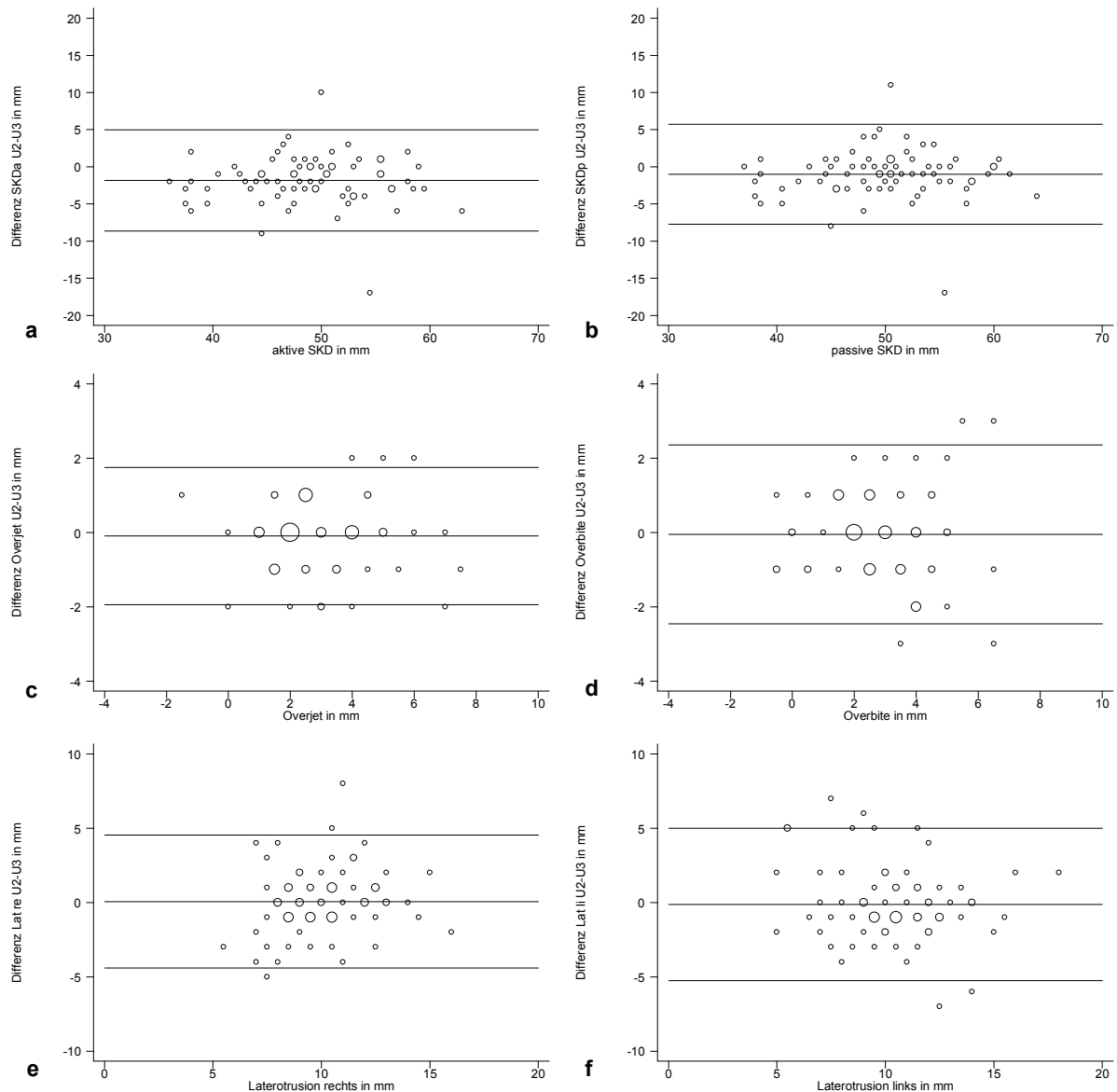
**Tabelle 8 Interrater-Reliabilität U2-U3; Reliabilitätskoeffizient (IKK) für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall; Zeitpunkt  $t_0$**

Der graphische Vergleich der Messergebnisse im Bland-Altman-Diagramm (Abbildung 5) zeigt, dass die mittelwertigen Messdifferenzen in der Nähe von null liegen. Dies unterstützt die Nullhypothese  $H_0a$ . Sie besagt, dass es keinen Unterschied in den Messergebnissen zweier erfahrener Untersucher gibt (vgl. Seite 27).

Wie an den Übereinstimmungsgrenzen erkennbar, differieren 95 % der Messwerte der Schneidekantendistanzen und der Laterotrusionsbewegungen um maximal 6 mm. Für den Overjet und den Overbite ist dieser Bereich geringer ( $0 \pm 2$  mm). Bei jedem erhobenen Parameter stellen sich drei bis vier Extremwerte außerhalb der Übereinstimmungsgrenzen dar, welche vor allem bei den Laterotrusionen auftreten.

Aufgrund der exzellenten Übereinstimmungen der Messwerte der erfahrenen Untersuchergruppen U2 und U3 werden die kombinierten Mittelwerte dieser zwei Behandlergruppen in den folgenden Versuchsanordnungen als Goldstandard (GS) angesehen.

## Ergebnisse



**Abbildung 5 Bland-Altman-Diagramme für die Messdifferenzen der erfahrenen Untersuchergruppen U2-U3; a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts (Lat re), f Laterotrusion links (Lat li), eine Kumulation ähnlicher Messdifferenzen ist durch die Größe der Kreise dargestellt; Zeitpunkt  $t_0$**

### 5.2.1.1.2 Reliabilität einer unerfahrenen Untersuchergruppe zu Zeitpunkt $t_0$

Bei dieser Versuchsreihe wurden die Reliabilitätskoeffizienten (IKK) durch Vergleich der gemessenen Werte der unerfahrenen Untersuchergruppe 1 (U1, Studierende) zu den Ergebnissen des Goldstandards (GS) bestimmt (Zeitpunkt  $t_0$ ).

## Ergebnisse

Die errechneten IKK-Werte sind für die Parameter Schneidekantendistanzen und die Frontzahnstufen als exzellent einzustufen. Die Laterotrusionswerte sind weniger reliabel, als die zuvor genannten Parameter. Dennoch ist deren Reliabilität als gute Übereinstimmung anzusehen. Die berechneten Werte sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

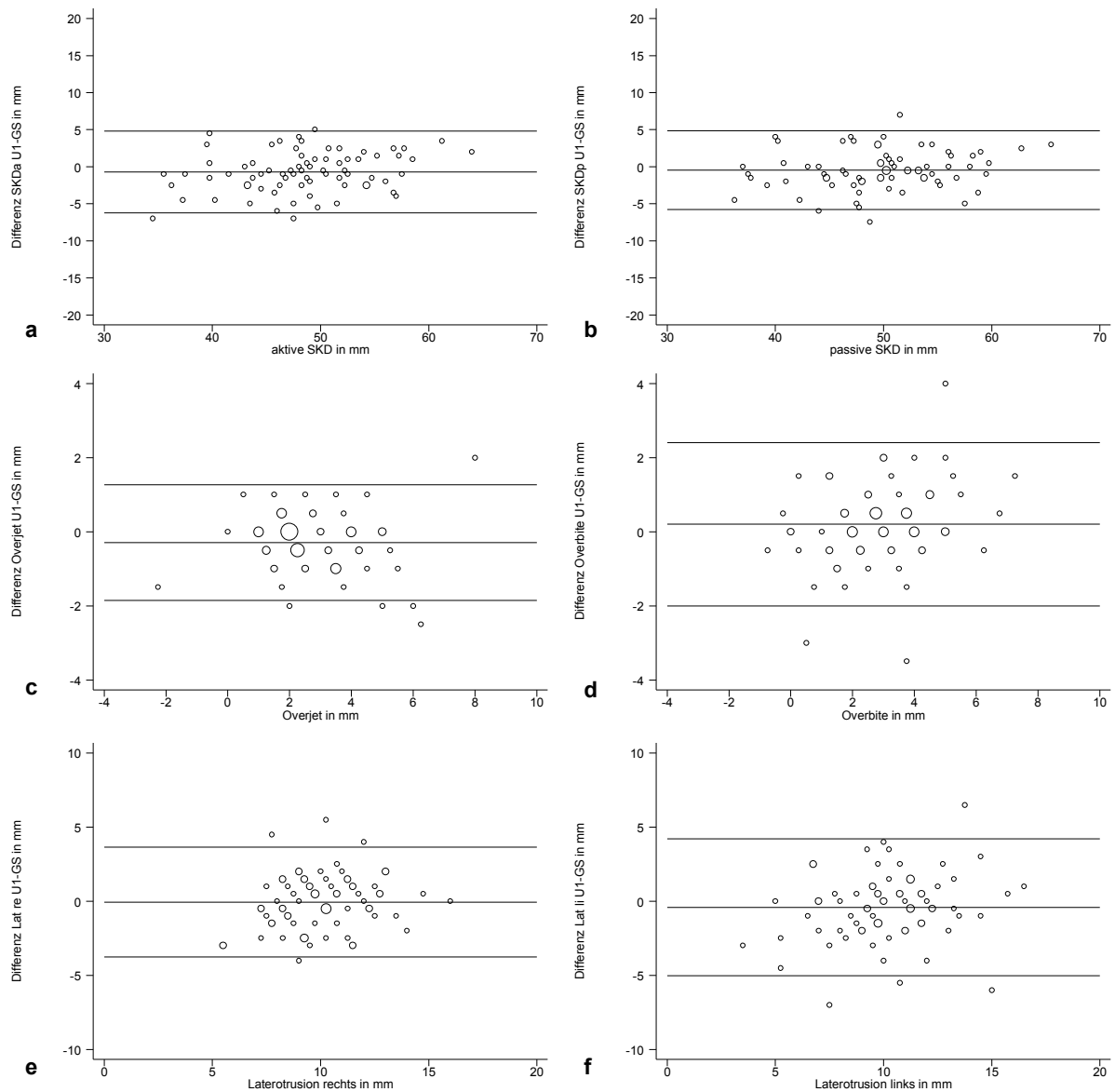
Messwert	IKK	(95 %-Konfidenzintervall)
Aktive Schneidekantendistanz	0,90	(0,84-0,94)
Passive Schneidekantendistanz	0,91	(0,86-0,94)
Overjet	0,87	(0,79-0,92)
Overbite	0,79	(0,69-0,87)
Laterotrusion rechts	0,66	(0,51-0,77)
Laterotrusion links	0,65	(0,50-0,76)

**Tabelle 9** Interrater-Reliabilität der unerfahrenen Untersuchergruppe zum Goldstandard (U1-GS); Reliabilitätskoeffizient (IKK) für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall; Zeitpunkt  $t_0$

Im Bland-Altman-Diagramm (Abbildung 6) zeigt sich für jeden ermittelten Messwert eine durchschnittliche Messdifferenz in der Nähe von null. Dies unterstützt die Nullhypothese  $H_0$ . Sie besagt, dass es keinen Unterschied zwischen Messungen erfahrener und unerfahrener Untersucher gibt (vgl. Seite 27).

Die Übereinstimmungsgrenzen sind sowohl für die Schneidekantendistanzen als auch für die Laterotrusionen bei  $0 \pm 5$  mm und für die Frontzahnstufen bei  $0 \pm 2$  mm dargestellt. Wie in den Grafiken erkennbar, treten nur wenige extreme Abweichungen der Messwerte auf.

## Ergebnisse



**Abbildung 6 Bland-Altman-Diagramme für die Messdifferenzen der unerfahrenen Untersucherguppe und des Goldstandards U1-GS; a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts (Lat re), f Laterotrusion links (Lat li), eine Kumulation ähnlicher Messdifferenzen ist durch die Größe der Kreise dargestellt; Zeitpunkt  $t_0$**



### 5.2.1.2 Intrarater Reliabilität zu Zeitpunkt $t_0$ und $t_1$

Die Reproduzierbarkeit der Untersucherguppe 3 (erfahrener Untersucher), ermittelt zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten  $t_0$  und  $t_1$ , wurde durch Berechnung des Reliabilitätskoeffizienten (IKK) bestimmt.

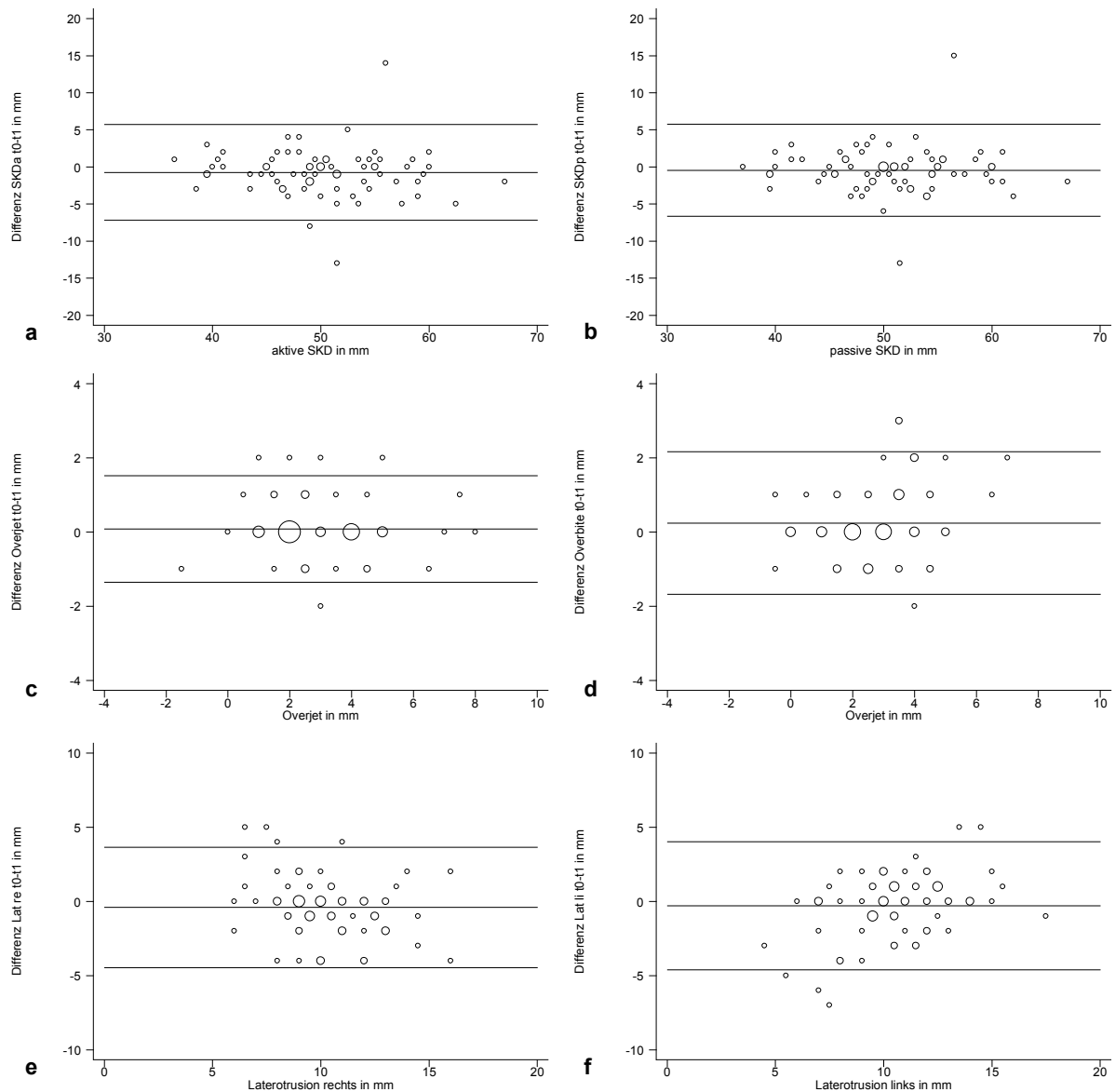
Die Ergebnisse zeigen eine exzellente Wiederholbarkeit der Messwerte für die Schneidekantendistanzen und die Frontzahnstufen, sowie eine gute Übereinstimmung bei der Vermessung von Laterotrusionsbewegungen. Die berechneten IKK-Werte und deren 95 %-Konfidenzintervall sind in Tabelle 10 dargestellt.

Parameter	IKK	(95 %-Konfidenzintervall)
Aktive Schneidekantendistanz	0,87	(0,80-0,92)
Passive Schneidekantendistanz	0,88	(0,81-0,92)
Overjet	0,91	(0,87-0,95)
Overbite	0,82	(0,73-0,88)
Laterotrusion rechts	0,66	(0,50-0,77)
Laterotrusion links	0,67	(0,53-0,78)

**Tabelle 10** Intrarater-Reliabilität U3; Reliabilitätskoeffizient für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall, Zeitpunkt  $t_0$ - $t_1$

Die durchschnittlichen Messdifferenzen stellen sich im Bland-Altman-Diagramm (Abbildung 7) für alle Parameter im Bereich von null dar. Dies unterstützt die Nullhypothese  $H_{0c}$ . Sie besagt, dass es keinen Unterschied in den Messergebnissen eines erfahrenen Untersuchers zu unterschiedlichen Zeitpunkten gibt (vgl. Seite 27). Die Übereinstimmungsgrenzen sind für die Vermessungen der Schneidekantendistanzen sowie der Laterotrusionen bei  $0 \pm 5$  mm und für den Overjet und den Overbite bei  $0 \pm 2$  mm dargestellt. Nur wenige Extremwerte sind aufgezeichnet.

## Ergebnisse



**Abbildung 7** Bland-Altman-Diagramme für die Messdifferenzen eines erfahrenen Untersuchers (U3); a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts (Lat re), f Laterotrusion links (Lat li), eine Kumulation ähnlicher Messdifferenzen ist durch die Größe der Kreise dargestellt; Zeitpunkt  $t_0-t_1$

### 5.2.1.3 Vergleich der Intra-Klassen-Korrelation verschiedener Untersuchergruppen

#### 5.2.1.3.1 Vergleich der Interrater-Reliabilitäten

Der Vergleich aller Interrater-Messergebnisse zeigt unabhängig der Untersuchergruppe sowohl für die aktive und passive Schneidekantendistanz-Vermessung, als auch für den Overjet und Overbite eine exzellente Reliabilität. Dabei weist die Erhebung der passiven Schneidekantendistanz in allen Untersuchergruppen die größten Übereinstimmungen auf. Die Laterotrusionsbewegungen lassen sich von erfahrenen Untersuchern als exzellent reliabel und von unerfahrenen Untersuchern als gut reliabel ermitteln. Die untersucherbezogenen Unterschiede zwischen den Vermessungen sind nicht statistisch signifikant (paarweiser t-Test:  $p > 0,18$ ). Detailliert sind die IKK-Werte inklusiv deren 95 %-Konfidenzintervalle in Tabelle 11 gegenüber gestellt.

Parameter	Interrater Reliabilität			
	erfahrene versus erfahrene Untersucher		unerfahrene Untersucher versus Goldstandard	
	IKK	95 %-KI	IKK	95 %-KI
Aktive SKD	0,88	(0,85-0,96)	0,90	(0,84-0,94)
Passive SKD	0,93	(0,80-0,97)	0,91	(0,86-0,94)
Overjet	0,90	(0,85-0,94)	0,87	(0,79-0,92)
Overbite	0,82	(0,72-0,88)	0,79	(0,69-0,87)
Laterotrusion rechts	0,80	(0,71-0,87)	0,66	(0,51-0,77)
Laterotrusion links	0,77	(0,66-0,85)	0,65	(0,50-0,76)

Tabelle 11 Vergleich der Interrater-Reliabilität, Übersicht der IKK-Werte inklusiv deren 95 %-Konfidenzintervall (KI) für jeden erhobenen Parameter, Schneidekantendistanz (SKD); Zeitpunkt  $t_0$

### 5.2.1.3.2 Vergleich der Interrater- und Intrarater-Reliabilität

Im Vergleich der Intrarater- und Interrater-Messergebnisse von erfahrenen Untersuchern zeigen sich sowohl exzellente Reliabilitäten für die Vermessung der aktiven und passiven Schneidekantendistanz, als auch für den Overjet und Overbite, unabhängig von der Untersuchergruppe. Die Reliabilität von Laterotrusionsbewegungen variiert im Bereich guter (intrarater) und exzellenter (interrater) Übereinstimmung. Die Unterschiede zwischen den Vermessungen der verschiedenen Untersuchergruppen sind nicht statistisch signifikant (paarweiser t-Test:  $p > 0,12$ ). Detailliert sind die IKK-Werte inklusiv deren 95 %-Konfidenzintervalle in Tabelle 12 gegenüber gestellt.

Interrater-Reliabilität			Intrarater-Reliabilität	
Parameter	erfahrener versus erfahrener Untersucher $t_0$		erfahrener Untersucher $t_0$ und $t_1$	
	IKK	95 %-KI	IKK	95 %-KI
Aktive SKD	0,88	(0,85-0,96)	0,87	(0,80-0,92)
Passive SKD	0,93	(0,80-0,97)	0,88	(0,81-0,92)
Overjet	0,90	(0,85-0,94)	0,91	(0,87-0,95)
Overbite	0,82	(0,72-0,88)	0,82	(0,73-0,88)
Laterotrusion rechts	0,80	(0,71-0,87)	0,66	(0,50-0,77)
Laterotrusion links	0,77	(0,66-0,85)	0,67	(0,53-0,78)

Tabelle 12 Vergleich der Interrater- und Intrarater-Reliabilität, Übersicht der IKK-Werte inklusiv deren 95 %-Konfidenzintervall (KI), Schneidekantendistanz (SKD)

## 5.2.2 Probandenbezogener Vergleich der Reliabilität

### 5.2.2.1 Probandenbezogener Reliabilitätsvergleich vermessen durch den Goldstandard zu Zeitpunkt $t_0$

Zur Beurteilung eines Unterschiedes in der Reproduzierbarkeit des Goldstandards bei den Gruppen "Kontrollgruppe" und "CMD" wurden die probandenbezogenen Reliabilitätskoeffizienten (IKK-Werte) errechnet. Dabei war die Reliabilität aller Parameter als exzellent ermittelbar. Die Ergebnisse sind in Tabelle 13 ausführlich dargelegt.

Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	IKK	(95 %-KI)	IKK	(95 %-KI)
Aktive Schneidekantendistanz	0,92	(0,88-0,98)	0,86	(0,76-0,95)
Passive Schneidekantendistanz	0,95	(0,68-0,99)	0,92	(0,74-0,96)
Overjet	0,92	(0,82-0,96)	0,88	(0,80-0,93)
Overbite	0,81	(0,61-0,91)	0,82	(0,70-0,89)
Laterotrusion rechts	0,81	(0,60-0,91)	0,80	(0,68-0,88)
Laterotrusion links	0,75	(0,58-0,88)	0,79	(0,67-0,88)

**Tabelle 13 Reliabilität des Goldstandards, Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, Reliabilitätskoeffizient (IKK) für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall (KI); Zeitpunkt  $t_0$**

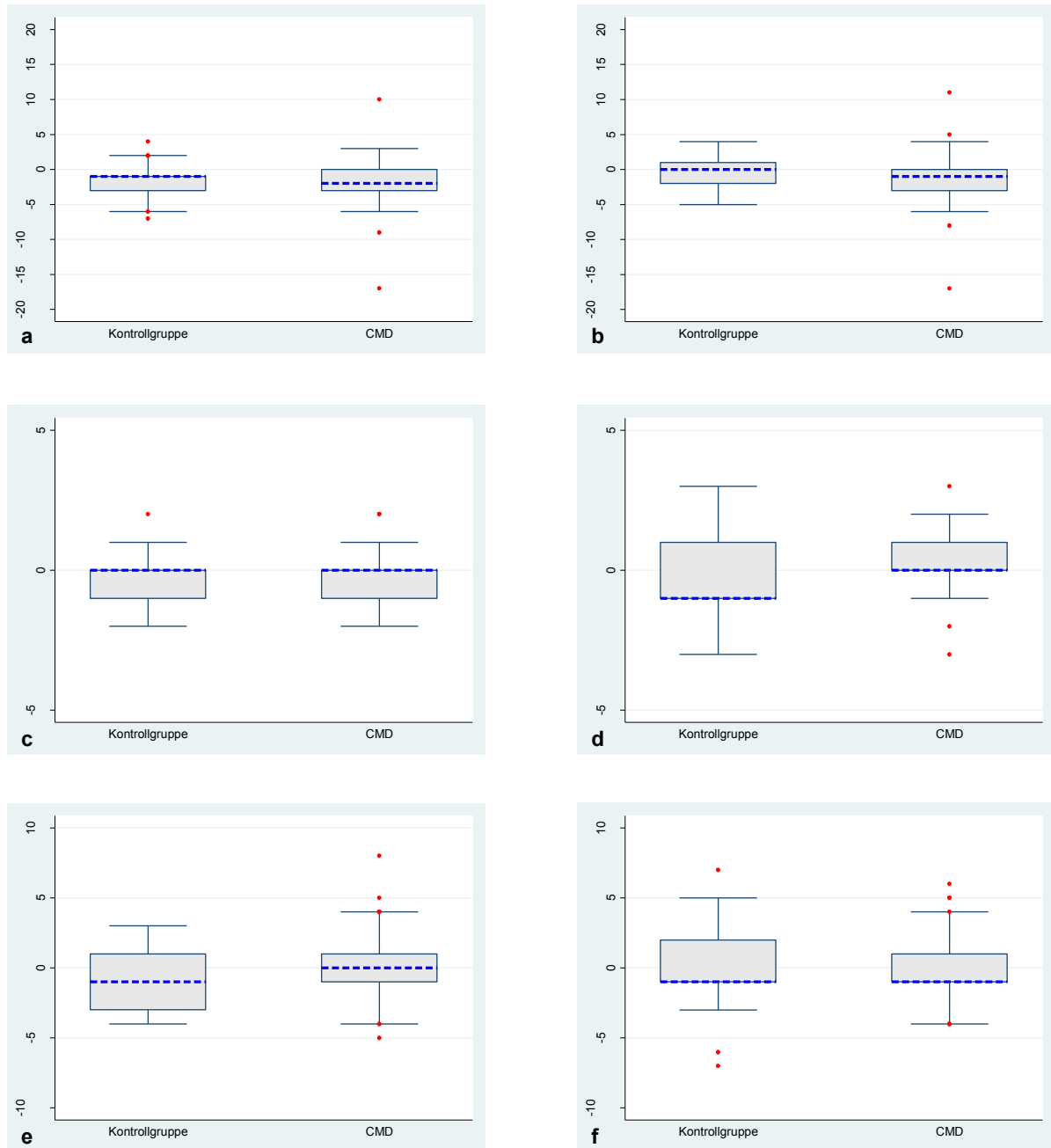
Weiterhin wurden die durchschnittlichen Messdifferenzen und deren 95 %-Konfidenzintervalle, bezogen auf die einzelnen Parameter, bestimmt. Diese zeigen geringe Abweichungen zwischen den Ergebnissen der beiden Probandengruppen (Tabelle 14). Die Varianzanalyse zeigt, dass diese Unterschiede nicht statistisch signifikant sind (ANOVA:  $p = 0,51$ ).

Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)
aktive SKD	-1,71 (2,65)	(-2,92 - 0,51)	-1,89 (3,67)	(-2,90 - 0,87)
passive SKD	-0,86 (2,41)	(-1,96 - 0,24)	-1,08 (3,69)	(-2,09 - -0,06)
Overjet	-0,05 (0,92)	(-0,47 - 0,37)	-0,11 (0,93)	(-0,37 - 0,14)
Overbite	-0,52 (1,44)	(-1,18 - 0,13)	0,09 (0,86)	(-0,14 - 0,33)
Laterotrusion rechts	-0,81 (2,25)	(-1,83 - 0,21)	-0,70 (1,98)	(-1,24 - -0,15)
Laterotrusion links	0,14 (3,50)	(-1,44 - 1,73)	-0,19 (1,61)	(-0,63 - 0,25)

**Tabelle 14** Mittlere Messdifferenzen ( $\bar{x}$ ) im Goldstandard, Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, inklusiv Standardabweichung (SD) und 95 %-Konfidenzintervall (KI), Schneidekantendistanz (SKD); Zeitpunkt  $t_0$

Eine graphische Zusammenstellung der vermessenen Differenzen ist in Abbildung 8 dargestellt. Diese zeigt eine spitzgipfelige Kurtosis bei allen erhobenen Parametern und somit eine geringe Streuung der erhobenen Messdifferenzen. Auffällig ist eine Vergrößerung der Kurtosis für die Werte des Overbite sowie der Laterotrusionsbewegungen. Insgesamt sind nur wenige Ausreißer feststellbar. Diese sind jedoch in der Probandengruppe "CMD" gehäuft. Betrachtet man jeden erhobenen Parameter separat und vergleicht die Probandengruppen, gibt es keine wesentlichen Unterschiede in der Schiefe der Verteilung.

## Ergebnisse



**Abbildung 8** Boxplot für die Messdifferenzen zweier erfahrener Untersucherguppen (U2-U3)/(GS), Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe; a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts, f Laterotrusion links; Zeitpunkt  $t_0$

### 5.2.2.2 Probandenbezogener Reliabilitätsvergleich vermessen durch eine unerfahrene Untersucherguppe zu Zeitpunkt $t_0$

Zur Ermittlung der Reproduzierbarkeit von Ergebnissen der unerfahrenen Untersucherguppe (U1), im Vergleich der Gruppen "Kontrollgruppe" und "CMD", wurden die jeweiligen IKK-Werte in Bezug zum Goldstandard (GS) errechnet.

Es zeigt sich, dass sowohl die Schneidekantendistanzen als auch der Overjet in beiden Probandengruppen mit exzellenter Reliabilität und die Laterotrusionsbewegungen mit guter Reliabilität bestimmt werden können. Auffällig sind die unteren Grenzen der Konfidenzintervalle für die Laterotrusionsbewegungen, welche bei 0,21-0,52 liegen. Die Vermessung des Overbite ergibt für die Kontrollgruppe exzellent reliable Ergebnisse und für die "CMD"-Gruppe gute Übereinstimmungen. Die Resultate sind in Tabelle 15 aufgeführt.

Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	IKK	(95 %-KI)	IKK	(95 %-KI)
aktive Schneidekantendistanz	0,93	(0,85-0,97)	0,88	(0,80-0,93)
passive Schneidekantendistanz	0,93	(0,84-0,97)	0,90	(0,83-0,94)
Overjet	0,91	(0,77-0,96)	0,83	(0,72-0,90)
Overbite	0,91	(0,78-0,96)	0,73	(0,58-0,84)
Laterotrusion rechts	0,58	(0,21-0,80)	0,69	(0,52-0,81)
Laterotrusion links	0,71	(0,42-0,87)	0,61	(0,42-0,76)

**Tabelle 15** Reliabilität der unerfahrenen Untersucherguppe (U1), Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, Reliabilitätskoeffizient (IKK) für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall (KI); Zeitpunkt  $t_0$

Bezogen auf die einzelnen Parameter wurden zudem die durchschnittlichen Messdifferenzen und deren 95 %-Konfidenzintervalle berechnet (Tabelle 16). Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Probandengruppen feststellbar (ANOVA:  $p = 0,67$ ).

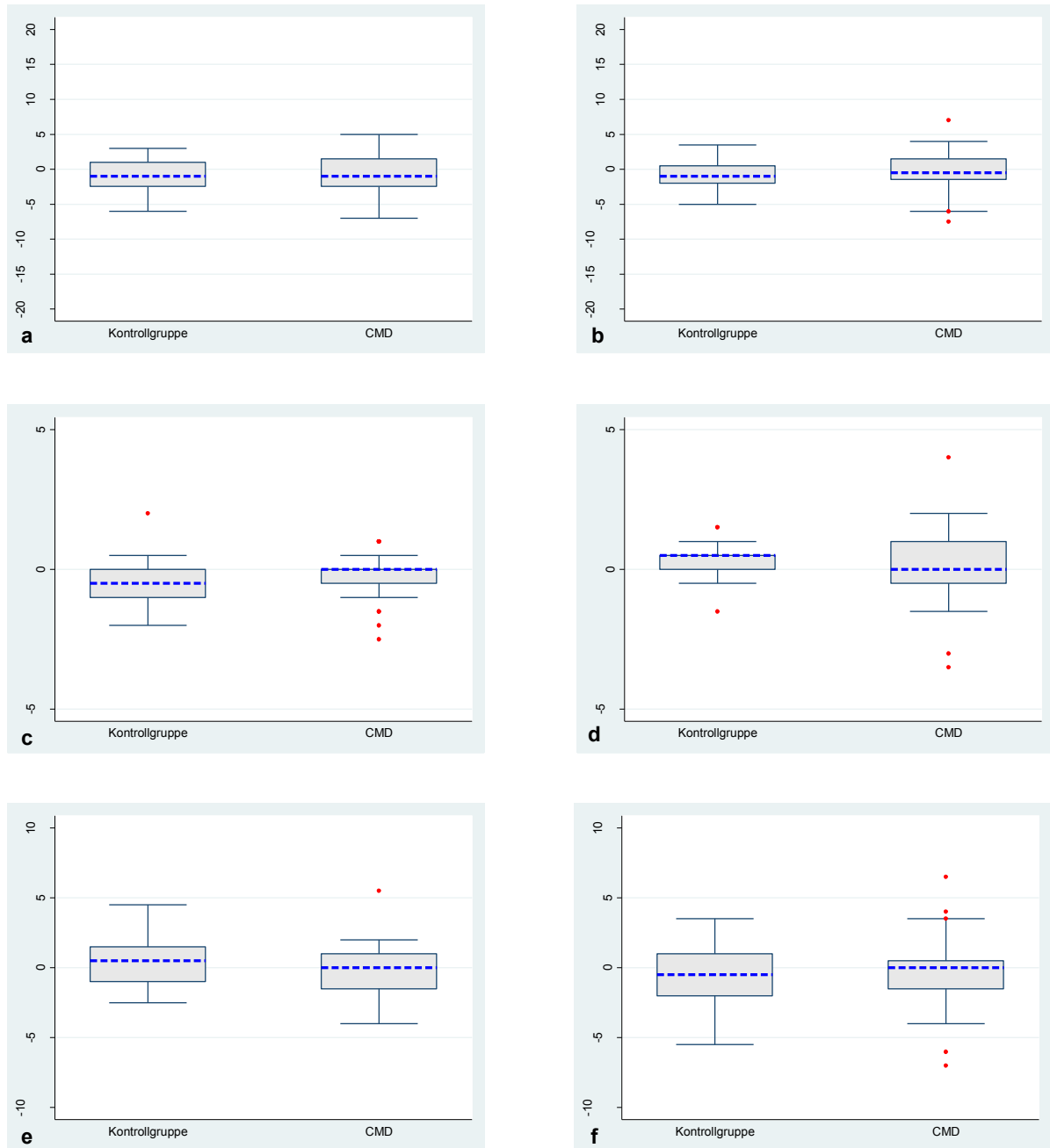


Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)
aktive SKD	-0,86 (2,45)	(-1,97 - 0,26)	-0,68 (2,89)	(-1,48 - 0,12)
passive SKD	-0,81 (2,56)	(-1,98 - 0,36)	-0,31 (2,71)	(-1,05 - 0,44)
Overjet	-0,40 (0,89)	(-0,81 - -0,00)	-0,25 (0,74)	(-0,45 - -0,04)
Overbite	0,31 (0,70)	(-0,01 - 0,63)	0,16 (1,23)	(-0,18 - 0,50)
Laterotrusion rechts	0,36 (2,05)	(-0,58 - 1,29)	-0,23 (1,76)	(-0,71 - 0,26)
Laterotrusion links	-0,74 (2,37)	(-1,82 - 0,34)	-0,28 (2,29)	(-0,92 - 0,35)

**Tabelle 16** Mittlere Messdifferenzen ( $\bar{x}$ ) der unerfahrenen Untersucherguppe (U1) und des Goldstandards (GS), Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, inklusiv Standardabweichung (SD) und 95 %-Konfidenzintervall (KI); Zeitpunkt  $t_0$

Im Boxplot (Abbildung 9) sind die erhobenen Messdifferenzen graphisch dargestellt. Die Diagramme zeigen bei allen erhobenen Parametern eine geringe Streuung der erhobenen Differenzen (spitzgipfelige Kurtosis). Die Kurtosis ist bei den Parametern Overbite und Laterotrusion vergrößert. Es sind vermehrt Ausreißer bei der "CMD" Probandengruppe ersichtlich. Eine unterschiedliche Schiefe der Verteilung ist sowohl für den Overjet und den Overbite als auch für die Laterotrusion links innerhalb der beiden Gruppen erkennbar.

## Ergebnisse



**Abbildung 9** Boxplot für die Messdifferenzen der unerfahrenen Untersuchergruppe (U1) und dem Goldstandard (GS), Vergleich Kontrollgruppe und CMD-Gruppe; a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts, f Laterotrusion links; Zeitpunkt  $t_0$

### 5.2.2.3 Probandenbezogener Reliabilitätsvergleich vermessen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten durch einen erfahrenen Untersucher

Die Reliabilität eines erfahrenen Untersuchers (U3) zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten ( $t_0$ - $t_1$ ) wurde bezogen auf die beiden Gruppen "Kontrollgruppe" und "CMD" anhand der Intra-Klassen-Korrelation (IKK) berechnet. Auch die 95 %-Konfidenzintervalle der IKK-Werte wurden ermittelt.

Unabhängig der Probandengruppe konnten sowohl für die Schneidekantendistanzen als auch die Frontzahnstufen exzellente Reliabilitäten und für die Laterotrusion nach rechts eine gute Reliabilität bestimmt werden. Die Laterotrusion nach links zeigte sich innerhalb der Kontrollgruppe als gut und innerhalb der "CMD"-Gruppe als exzellent reliabel. Die Ergebnisse sind in Tabelle 17 aufgeführt.

Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	IKK	(95 %-KI)	IKK	(95 %-KI)
aktive Schneidekantendistanz	0,92	(0,81 - 0,97)	0,84	(0,74 - 0,90)
Passive Schneidekantendistanz	0,94	(0,87 - 0,98)	0,84	(0,74 - 0,90)
Overjet	0,94	(0,86 - 0,98)	0,88	(0,81 - 0,93)
Overbite	0,82	(0,61 - 0,92)	0,82	(0,70 - 0,89)
Laterotrusion rechts	0,64	(0,50 - 0,84)	0,68	(0,50 - 0,80)
Laterotrusion links	0,64	(0,52 - 0,85)	0,80	(0,67 - 0,87)

Tabelle 17 Reliabilität eines erfahrenen Untersuchers (U3), Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, Reliabilitätskoeffizient (IKK) für die Testwiederholung inklusiv 95 %-Konfidenzintervall (KI); Zeitpunkt  $t_0$ - $t_1$

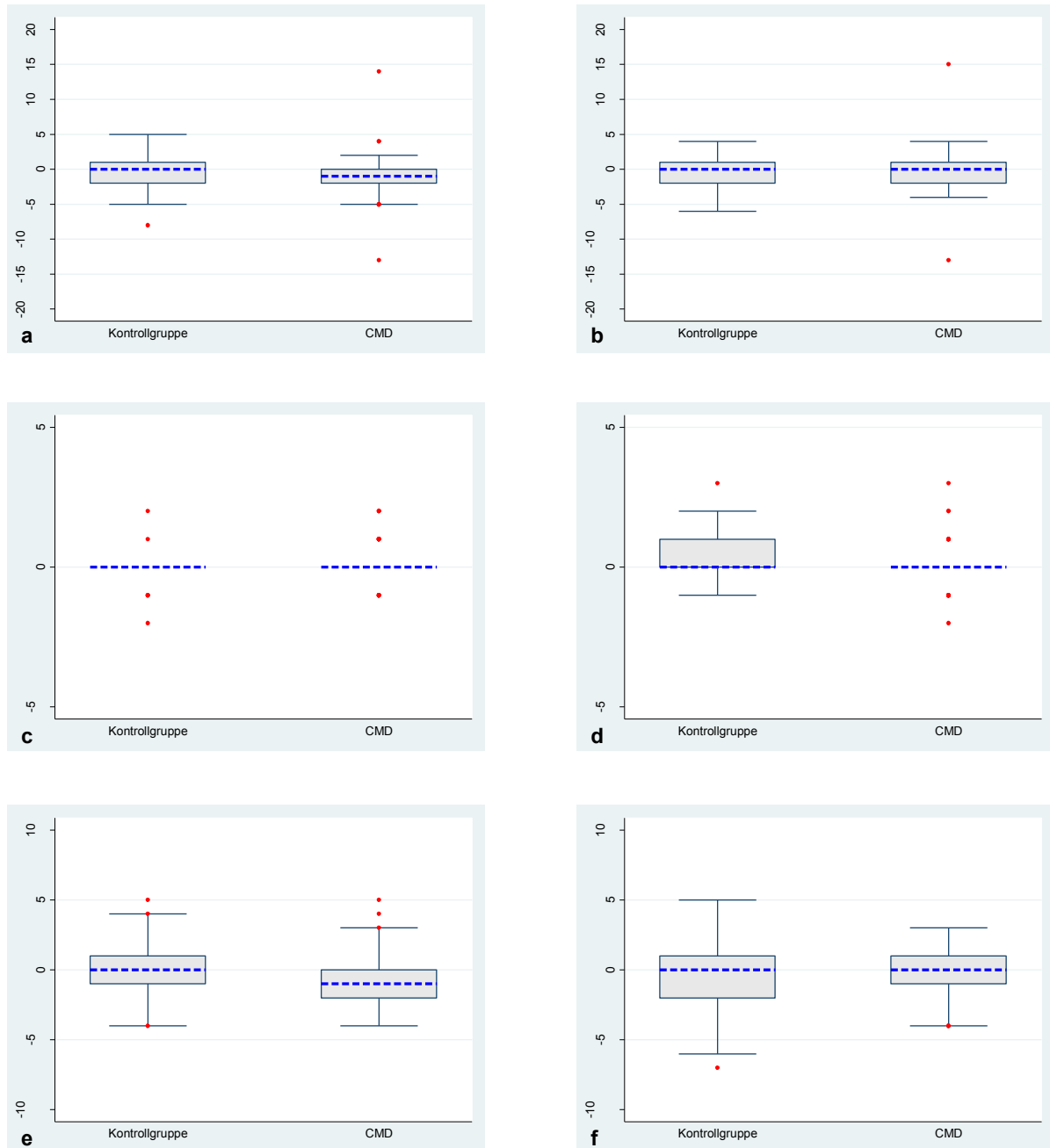
Zudem wurden die durchschnittlichen Messdifferenzen und deren 95 %-Konfidenzintervalle ermittelt. Diese zeigen minimale Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Probandengruppen (Tabelle 18). Die Varianzanalyse konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probandengruppen herausstellen (ANOVA:  $p = 0,52$ ).

Parameter	Kontrollgruppe		CMD-Gruppe	
	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)	$\bar{x}$ (SD)	(95 %-KI)
aktive SKD	-0,57 (2,40)	(-1,66 - 0,52)	-0,40 (3,36)	(-1,32 - 0,53)
passive SKD	-0,62 (2,92)	(-1,95 - 0,71)	-0,79 (3,36)	(-1,72 - 0,13)
Overjet	-0,10 (0,77)	(-0,45 - 0,25)	0,15 (0,69)	(-0,04 - 0,34)
Overbite	0,62 (1,12)	(0,11 - 1,13)	0,09 (0,86)	(-0,14 - 0,33)
Laterotrusion rechts	0,33 (2,01)	(-0,58 - 1,24)	-0,70 (1,98)	(-1,24 - 0,15)
Laterotrusion links	-0,57 (3,19)	(-2,02 - 0,88)	-0,19 (1,61)	(-0,63 - 0,25)

**Tabelle 18** Mittlere Messdifferenzen ( $\bar{x}$ ) eines erfahrenen Untersuchers (U3), Vergleich Kontrollgruppe und "CMD"-Gruppe, inklusiv Standardabweichung (SD) und 95 %-Konfidenzintervall (KI), Schneidekantendistanz (SKD); Zeitpunkt  $t_0$ - $t_1$

Die erhobenen Messdifferenzen sind in Form eines Boxplot (Abbildung 10) graphisch dargestellt. Diese zeigen bei allen erhobenen Parametern eine geringe Streuung der erhobenen Differenzen (spitzgipfelige Kurtosis), welche besonders für die Werte Overjet und Overbite imponiert. Die Kurtosis ist, im Vergleich zu den anderen Parametern, bei der Laterotrusion vergrößert. Die Schiefe der Verteilung innerhalb der Probandengruppen ist ähnlich. Ausreißerwerte sind gehäuft bei der Probandengruppe "CMD" dargestellt.

## Ergebnisse



**Abbildung 10** Boxplot für die Messdifferenzen eines erfahrenen Untersuchers (U3), Vergleich Kontrollgruppe und “CMD“-Gruppe; a aktive Schneidekantendistanz (SKD), b passive Schneidekantendistanz, c Overjet, d Overbite, e Laterotrusion rechts, f Laterotrusion links; Zeitpunkt  $t_0$ - $t_1$

## **6 Diskussion**

### **6.1 Gegenstand der Untersuchung**

Mit der vorliegenden Untersuchung stehen erstmals zusammenhängende Daten über die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal in Abhängigkeit vom Erfahrungsgrad eines Untersuchers bei funktionsgesunden und funktionskranken Probanden zur Verfügung. Auch die Reproduzierbarkeit dieser Vermessung durch einen einzelnen erfahrenen Untersucher über einen mittellangen Zeitraum von 3 Monaten wurde mit dieser Arbeit erstmalig bestimmt. Dieser Untersuchungsintervall komplettiert bereits bestehende Ergebnisse anderer Studien zu kürzeren und längeren Untersuchungszeiträumen (Wahlund et al. 1998; Kopp 1977; Carlsson et al. 1980).

Des Weiteren kann eine Ergänzung zu Ergebnissen der Reliabilität einer Gruppe nicht kalibrierter oder unerfahrener Untersucher (Leher et al. 2005; Dworkin et al. 1990) erfolgen.

Besonders ein Vergleich über die Reproduzierbarkeit von Messergebnissen der funktionellen Kapazität bei funktionsgesunden Patienten und jenen mit kranio-mandibulären Dysfunktionen wurde zuvor in der Literatur nicht beschrieben.

Dementsprechend kann nun erstmals eine zusammenhängende Übersicht über die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazitäten des Unterkiefers mit dem Lineal dargestellt werden.

### **6.2 Methodische Stärken und Schwächen der Studie**

#### **6.2.1 Generalisierbarkeit**

Aufgrund der unterschiedlichen Erfahrungsgrade berufstätiger Zahnärzte und des Spektrums an Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen ("CMD"-Gruppe) und funktionsgesunden, können die gewählten Untersucher- und Probandengruppen als geeignete Stichprobe für diese Studie angesehen werden. Für die Beurteilung der Reliabilität der Untersuchung ist eine konsekutive Rekrutierung von Probanden

ausreichend. Die Ermittlung von Normwerten, welche eine bevölkerungsrepräsentative Stichprobe voraussetzen würden, ist nicht das Ziel dieser Studie.

### **6.2.2 Genauigkeit der klinischen Untersuchung**

Die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit einem Lineal kann durch die Kalibrierung der erfahrenen Untersucher nach den Richtlinien der RDC/TMD-G (John et al. 2006) als internationaler Standard betrachtet werden. Die höheren IKK-Werte der passiven Schneidekantendistanz im Gegensatz zur aktiven Schneidekantendistanz sind ein Anzeichen dafür, dass die Motivation des Patienten eine wichtige Rolle bei der Reproduzierbarkeit einnimmt und geben Grund zu der Annahme, dass die Motivation des Patienten die Genauigkeit der Messergebnisse beeinflusst.

Eine Verblindung der Patientengruppen-Zugehörigkeit gegenüber den Untersuchern wurde nicht durchgeführt, ist jedoch offensichtlich aufgrund der fehlenden Unterschiede zwischen den probandenbezogenen Reliabilitäten von geringer Bedeutung. Daher wird die Verblindung der Untersucher nicht als Voraussetzung für dieses Versuchsdesign angesehen.

## **6.3 Vergleich und Interpretation der Daten**

### **6.3.1 Prävalenz der RDC/TMD-Diagnosen bei Patienten mit CMD**

Die 56 Probanden mit kranio-mandibulärer Dysfunktion dieser Versuchsreihe sind nicht als repräsentative Personengruppe für funktionsgestörte Patienten anzusehen. Dies ist zum einen durch die konsekutive Rekrutierung und die niedrige Probandenzahl, zum anderen auch durch die Selektionskriterien (vgl. Seite 21) bedingt. Nichtsdestotrotz wurden auch hier, wie in Publikationen von Winocur (2009) und Manfredini (2010) beschrieben, die RDC/TMD-Diagnosen 'Myofasziärer Schmerz (Ia)', 'anteriore Diskusverlagerung mit Reposition (IIa)' und 'Arthralgie

(IIIa)´ am häufigsten bei den “CMD“-Probanden festgestellt. Kombinierte Diagnosen zeigen mit 43 % einen hohen Gesamtanteil. Dies unterstützt bestehende Ergebnisse aus der Literatur (Manfredini 2010; Reissmann et al. 2007), welche die Rate der zusammengesetzten Diagnosen mit 38 % bis 50 % beschreiben. Selten werden die Diagnosegruppen ´Diskusverlagerungen´ und ´Andere Gelenkerkrankungen´ gemeinsam diagnostiziert (Prävalenz 4-17 %). Eine vergleichende Übersicht der Verteilung von Kombinationsdiagnosen ist in Tabelle 19 dargestellt.

Erstautor Jahr	Proband (n) Nationalität	RDC/TMD-Diagnosen in %			
		I+II	I+III	II+III	I+II+III
Vorliegende Studie 2014	56 Deutschland	13	25	4	2
Manfredini 2006	377 Italien	4,2	12,2	16,5	13,3
Yap 2002	117 Singapur	6	13,7	4,3	6,8

Tabelle 19 Gegenüberstellung der ermittelten prozentualen Verteilung von Kombinationsdiagnosen der RDC/TMD aus der vorliegenden Studie und aus Angaben der Literatur, I Myofaszialer Schmerz, II Diskusverlagerung, III Andere Gelenkerkrankungen

### 6.3.2 Durchschnittswerte

Entsprechend der Normwertangaben anderer wissenschaftlicher Arbeiten konnten innerhalb dieser Studie ähnliche Durchschnittswerte der Bewegungskapazität ermittelt werden (vgl. Seite 14). Die aktive Schneidekantendistanz wurde mit 49 mm etwas geringer vermessen, als in anderen Publikationen angegeben (51-55 mm). Vergleichbar mit anderen Werten aus der Literatur konnten die maximale Munddehnung mit 1 mm, die Frontzahnstufen mit 3 mm sowie die Laterotrusionsbewegungen mit 10 mm bestimmt werden.

Eine etwas geringere Laterotrusionsbewegung nach rechts (10,1 mm) im Gegensatz zur Laterotrusion nach links (10,4 mm) ist wie in einzelnen anderen Arbeiten festzustellen (Agerberg 1974b; Goulet et al. 1998; Magnusson et al. 2000). Es ist



vorstellbar, dass Ursachen hierfür in der unterschiedlichen Händigkeit der Untersucher oder der Probanden gefunden werden könnten. Die Messunterschiede der vorliegenden Studie zwischen den Laterotrusionsbewegungen sind weder klinisch relevant noch statistisch signifikant (unpaarer t-Test  $p = 0,40$ ).

Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Durchschnittswerten funktionsgestörter Probanden und jenen ohne Funktionsstörung gefunden werden (ANOVA:  $p = 0,85$ ). Auch geschlechtsspezifisch gibt es nach der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlichen Messwerte (ANOVA:  $p = 0,78$ ). Teilweise wird jedoch eine Normwertunterscheidung nach Geschlecht in anderen Publikationen beschrieben (Agerberg 1974b; Travell 1960; Landtwing 1978). Dieses unterschiedliche Ergebnis ist durchaus mit der nicht bevölkerungsrepräsentativen Stichprobe der vorliegenden Studie erklärbar.

### **6.3.3 Untersucherbezogener Vergleich der Reliabilität**

Die Ergebnisse zeigen, dass zwei kalibrierte, erfahrene Untersucher konstant exzellent übereinstimmende Messwerte der funktionellen Bewegungskapazität unabhängig des erhobenen Parameters ermitteln können (IKK 0,77-0,93).

Bei der detaillierten Gegenüberstellung der IKK-Werte der vorliegenden Studie und derer anderer wissenschaftlicher Arbeiten (Tabelle 20), fand sich eine hohe Konstanz für die Reliabilitätskoeffizienten der einzelnen Parameter, so dass den ermittelten Werten ein großes Vertrauen entgegengebracht werden kann.

Zusammenfassend zeigt sich bei allen betrachteten Studien, dass die Bestimmung der passiven Schneidekantendistanz mit IKK-Werten von 0,93 bis 0,98 am besten reliabel ist. Folgend schließen sich dann die Vermessung der aktiven Schneidekantendistanz mit Werten von 0,83 bis 0,98 und die Ermittlung des Overjet mit Reliabilitätskoeffizienten von 0,73 bis 0,90 an. Des Weiteren kann festgestellt werden, dass die Vermessung des Overjet besser reproduzierbar ist als die des Overbite (IKK 0,70-0,82). Dies lässt sich möglicherweise mit Schwächen in der Durchführung der Overbite-Vermessung, wie beispielsweise ein fehlendes Anzeichnen der Hilfslinie für die Überlappung der Unterkieferzähne durch die

Oberkieferzähne, erklären. Die Reproduzierbarkeit der Laterotrusion zeigte sich in allen Studien mit IKKs von 0,40 bis 0,80 weniger reliabel als die der anderen Parameter. In der vorliegenden Studie konnte für diese Bewegung dennoch eine noch exzellente Übereinstimmung ermittelt werden.

Eine denkbare Ursache für diese weite Spanne der Reliabilitätskoeffizienten bei Laterotrusionsvermessungen ist möglicherweise das Training der Untersucher. So ergaben sich die niedrigsten IKK-Werte (0,40) aus der Studie von Leher (2005). Leher untersuchte Messergebnisse kalibrierter Zahnärzte und kalibrierter Studierender. Da, wie der klinische Alltag häufig zeigt, insbesondere Vermessungen der Laterotrusionsbewegungen vermehrt Schwierigkeiten verursachen (Unterkieferbewegung wird in falsche Richtung ausgeführt, Unvermögen der Patienten den Mund maximal exkursiv zu bewegen), ist es vorstellbar, dass ein erfahrener Untersucher den Patienten besser instruieren und den Bewegungsablauf kontrollieren kann als ein unerfahrener Untersucher.

Erstautor Jahr	Vorliegende Studie 2014	Wahlund et al. 1998	Goulet et al. 1998	Dworkin et al. 1990	Leher et al. 2005
Art des Untersuchers	Zahnarzt	Zahnarzt	Zahnarzt	Zahnarzt, Dentalhygieniker	Zahnarzt, Studierende
Kalibrierung	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
IKK SKDa	0,88	0,98	0,87	0,96	0,83
IKK SKDp	0,93	0,98	0,93	0,98	0,93
IKK Overjet	0,90	-	0,73	0,88	0,79
IKK Overbite	0,82	-	0,72	0,81	0,70
IKK Lat rechts	0,80	0,67	0,59	0,70	0,41
IKK Lat links	0,77		0,68		0,40

Tabelle 20 Gegenüberstellung der Intra-Klassen-Korrelation (IKK) der vorliegenden Studie und anderer Arbeiten, alle Untersucher waren kalibriert; Schneidekantendifferenz (SKD), Laterotrusion (Lat), aktiv (a), passiv (p), nicht erhoben (-)

Die Messwerterfassung der Bewegungskapazität durch unerfahrene, unkalibrierte Untersucher wurde in der vorliegenden Arbeit ebenfalls bestimmt und als exzellent reliabel für die Schneidekantendifferenzen (IKK aktiv 0,90 und passiv 0,91) ermittelt. Auch die Reliabilität der Bestimmung des Overjet (IKK 0,87) und des Overbite

(IKK 0,79) ist exzellent. Lediglich die Laterotrusionsbewegungen zeigen geringere Übereinstimmungen der Messergebnisse (IKK rechts 0,66; links 0,65), welche aber dennoch als gut reliabel gelten.

Vergleicht man dies mit der Studie von Dworkin (1988), welcher unerfahrene Zahnärzte bewertete, sind die Ergebnisse ähnlich (IKK SKDa/SKDp/OJ/OB 0,90/0,92/0,79/0,85). Die Reliabilitätskoeffizienten für die Vermessung der Laterotrusion wurden bei Dworkin jedoch nicht beschrieben. Lediglich die Ergebnisse von Leher (2005), ermittelt bei kalibrierten Studierenden, können hier als Vergleich dienen. Die Reliabilität der Laterotrusionsvermessung durch unerfahrene, nicht kalibrierte Studierende der aktuellen Studie zeigen bessere Resultate (IKK 0,65), als in der Studie von Leher (IKK 0,40). Ursächlich dafür könnten eine mangelnde Erfahrung der Untersucher (z.B. zum Zeitpunkt der Kalibrierung erstmalige Durchführung einer Funktionsdiagnostik am Patienten) oder Probleme bei der Kalibrierung sein.

Weiterhin ergänzt die vorliegende Arbeit auch das Wissen im Hinblick auf die Vermessung eines Untersuchers zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Intrarater-Reliabilität). In der Literatur wurde die Reliabilität der Vermessung der funktionellen Kapazität des Unterkiefers zuvor nur für einen Zeitintervall von bis zu 5 Wochen oder bis zu einem Jahr beschrieben. Es stellte sich heraus, dass die Messwerte eines Untersucher innerhalb des Zeitraums von 5 Wochen bessere Übereinstimmungen erzielten, als die Messwerte mehrerer Untersucher (Carlsson et al. 1980; Kopp & Wenneberg 1983). Bei einem Vergleichs-Zeitraum von einem Jahr verschlechtert sich die Intrarater-Reliabilität für die Vermessungen der Mundöffnung und der Laterotrusion rechts (Carlsson et al. 1980).

Diese Abnahme der Reproduzierbarkeit kann anhand der vorliegenden Studie über einen Zeitraum von 3 Monaten lediglich für die Laterotrusion bestätigt werden, obgleich diese dennoch mit guter Reliabilität vermessen werden konnte (IKK 0,66). Alle anderen Parameter weisen eine exzellente Übereinstimmung auf. Sie zeigen für die aktive Schneidekantendistanz (IKK 0,87) und passive Schneidekantendistanz (IKK 0,88) ähnlich gute Resultate wie in einer Studie von Wahlund (1998), welcher diese Parameter in einem kürzeren Abstand von nur einer Woche erhoben hat (IKK SKDa/SKDp 0,97/0,96).

Zusammengefasst zeigen diese Ergebnisse, dass die eingangs aufgestellten Nullhypothesen  $H_{0a}$ ,  $H_{0b}$  und  $H_{0c}$  bestätigt werden können (vgl. Seite 27). Es können keine untersucherabhängigen Unterschiede der Reliabilität der Vermessung der funktionellen Kapazität des Unterkiefers festgestellt werden.

### **6.3.4 Probandenbezogener Vergleich der Reliabilitäten**

Bei dem Vergleich der Kontrollgruppe und Probanden mit kranio-mandibulären Dysfunktionen zeigt sich bei der Vermessung durch verschiedene Untersuchergruppen generell eine ähnliche Verteilung der Reliabilität, wie bereits zuvor beschrieben.

Die erfahrenen Untersucher konnten alle Parameter mit exzellenter Reliabilität bestimmen unabhängig der Probandengruppe, wobei Probanden mit kranio-mandibulärer Dysfunktion eine geringere Übereinstimmungen der Messergebnisse aufweisen. Dieser Unterschied ist jedoch nicht statistisch signifikant (ANOVA:  $p = 0,51$ ).

Die unerfahrene Untersuchergruppe konnte in beiden Probandengruppen exzellente reliable Ergebnisse für die Vermessung der Schneidekantendistanzen und des Overjet produzieren. Für die Laterotrusion konnten Reliabilitäten im guten Übereinstimmungsbereich gefunden werden. Bei der Vermessung des Overbite konnten für die "CMD" Gruppe gute reliable Ergebnisse erzielt werden und in der Kontrollgruppe exzellente Übereinstimmungen ermittelt werden. Dieser Unterschied ist nicht statistisch signifikant (ANOVA:  $p = 0,67$ ).

Im Detail betrachtet fallen für die Vermessung von Laterotrusionsbewegungen bei der Ermittlung durch die unerfahrene Untersuchergruppe niedrige untere Vertrauensgrenzen der 95 %-Konfidenzintervalle (untere Grenze Kontrollgruppe: IKK 0,21) auf. Dies weist darauf hin, dass einzelne unerfahrene Untersucher teilweise erheblich abweichende Ergebnisse erzielt haben. Generell kann zwar auf eine gute Übereinstimmung der Messergebnisse für Laterotrusionsbewegungen geschlossen werden, im Hinblick auf die starke Spannweite der

Konfidenzintervalle, können die Ergebnisse unerfahrener Untersucher jedoch differieren.

Ein Untersuchungsintervall über 3 Monate konnte in der vorliegenden Studie sowohl für die Vermessung gesunder Probanden als auch für Probanden mit CMD exzellente Übereinstimmungen für die Vermessung der Schneidekantendistanzen und der Frontzahnstufen belegen.

Lediglich die Laterotrusionsbewegungen erzielten etwas geringere IKK-Werte, welche aber dennoch im guten bis exzellenten Bereich vermessen werden konnten (0,64-0,87). Insgesamt konnten die Laterotrusionsvermessungen etwas besser in der "CMD"-Gruppe reproduziert werden als in der Kontrollgruppe. Dies deutet darauf hin, dass die Laterotrusionsvermessung innerhalb eines Zeitraums von 3 Monaten, auch bei Patienten mit Funktionsstörungen ein reliables Verfahren ist. Es unterstreicht zudem die Annahme, dass auch nach einem mittellangen Untersuchungszeitraum weiterhin reliable Messergebnisse erhoben werden können, unabhängig des Vorliegens einer Funktionsstörung.

Grundsätzliche zeigen die Ergebnisse der Vermessungen von Probanden mit CMD geringere Reliabilitätswerte und eine größere Streuung, als die Resultate der Kontrollgruppe. Die IKK-Werte beider Probandengruppen liegen aber ausschließlich in einem Bereich exzellenter bis guter Reliabilität. Alle ermittelten probandenbezogenen Unterschiede zwischen den Parametern erweisen sich zudem als nicht statistisch signifikant.

Die Nullhypothesen  $H_{0d}$ ,  $H_{0e}$  und  $H_{0f}$  (vgl. Seite 27), welche zusammengefasst besagen, dass es keinen probandenabhängigen Unterschied bei der Reliabilität der Vermessung der funktionellen Kapazität gibt, können damit bestätigt werden.

## 6.4 Ausblick

Durch die vorliegende Studie konnte erstmals eine zusammenhängende Übersicht über die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazitäten des Unterkiefers mit dem Lineal in Abhängigkeit von der Art der Untersucher und des Patienten gegeben werden. Die Studienergebnisse zeigten, dass dieses Verfahren eine reliable

Untersuchungsmethode ist und demzufolge als Grundlage für die Diagnosefindung zuverlässig genutzt werden kann.

Besonders in den Taxonomien der kraniomandibulären Dysfunktion hat diese Untersuchung eine große Bedeutung für die Diagnosebildung. Doch nicht nur die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers, sondern auch die Palpation der Kaumuskulatur und der Kiefergelenke, sowie die Auskultation der Kiefergelenke sind grundlegende Untersuchungen, um eine Diagnose bei Patienten bilden zu können. Außerdem gibt es in der Funktionsdiagnostik neben dem Lineal eine Vielzahl anderer, unterschiedlichster Messinstrumente, die in Hinblick auf ihre Reliabilität bewertet werden sollten, da für diese derartige Nachweise der Zuverlässigkeit noch ausstehen. Das verwendete Versuchsdesign kann auch für diese Untersuchungstechniken angewendet werden, um eine komplexe Übersicht über die Reliabilität der Befunderhebung bei kraniomandibulären Dysfunktionen geben zu können.

## 7 **Schlussfolgerung**

Die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal ist unabhängig vom Untersucher eine reliable Methode, wenngleich unerfahrene Untersucher Laterotrusionsbewegungen in Einzelfällen mit erheblichen Abweichungen reproduzieren.

Es gibt keine relevanten Unterschiede in der Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers bei gesunden und funktionsgestörten Patienten.

In einem Zeitintervall von 3 Monaten ist die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers eine reliable Prozedur.

## 8 Zusammenfassung

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Dr. med. dent.

### **Die Reliabilität der Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal**

eingereicht von: Angelika Rauch

angefertigt am / in: Universitätsklinikum Leipzig AöR  
Department für Kopf- und Zahnmedizin  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde

betreut von Oberarzt Dr. Oliver Schierz  
Professor Dr. Thomas Reiber

Februar 2015

Die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers ist ein wesentlicher Bestandteil verschiedener Befundbögen zur Klassifikation von kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD). Sie dient als wichtiges Kriterium bei der Entscheidung über die Diagnose oder auch den Grad der Dysfunktion eines funktionsgestörten Patienten.

Das Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede der Reliabilität bei der Vermessung der funktionellen Kapazität des Unterkiefers bei verschiedenen Untersucher- und Probandengruppen darzustellen. Gleichzeitig sollte die Reliabilität über einen Zeitraum von 3 Monaten durch einen Untersucher ermittelt werden.

Die Bewegungskapazität des Unterkiefers wurde unter Verwendung eines Lineals bei 85 konsekutiv rekrutierten Probanden (Durchschnittsalter:  $39,8 \pm 17,8$  Jahre, 60 % weiblich) vermessen. 56 Probanden zeigten Symptome von CMD.

Die Untersuchergruppe setzte sich sowohl aus unerfahrenen Studierenden der Zahnmedizin des 5. Studienjahrs, als auch aus erfahrenen Zahnärzten der Poliklinik



## Zusammenfassung

für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig, welche drei Monate zuvor anhand der Richtlinien der RDC/TMD-G (John et al. 2006) kalibriert wurden, zusammen.

Die aktive und passive Schneidekantendistanz, der Overjet und der Overbite, sowie die Laterotrusionsbewegungen der Probanden wurden in zwei separaten Sitzungen vermessen. In der ersten Sitzungen ( $t_0$ ) nahmen alle drei Untersuchergruppen die Vermessungen innerhalb von 15 Minuten in randomisierter Reihenfolge vor. Zum Zeitpunkt  $t_1$  fand die Untersuchung ausschließlich durch einen erfahrenen Zahnarzt statt.

Die Berechnung der Inter- und Intrarater-Reliabilität wurde anhand der Intra-Klassen-Korrelation (IKK) ermittelt. Zudem wurde auch deren 95 %-Konfidenzintervall bestimmt. Ein Hinweis auf klinisch hinreichend reliable Ergebnisse wurde bei einer guten (IKK 0,60-0,74) bis exzellenten Reliabilität (IKK 0,75-1,00) angenommen. Für die Bestimmung der IKK-Werte verschiedener Untersucher wurde nach dem two-way random-Modell ausgewertet. Für die Reliabilität eines Untersuchers wurde das two-way mixed-Modell genutzt.

Der Vergleich unterschiedlicher Probandengruppen wurde durch Kalkulation der mittleren Messdifferenzen durchgeführt. Statistisch signifikante Unterschiede dieser Messdifferenzen wurden mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) bestimmt.

Der Vergleich verschiedener Untersuchergruppen wurde durch Berechnung der absoluten Messdifferenzen vorgenommen und die statistische Signifikanz dieser Differenzen durch einen paarweisen t-Test untersucht.

Das Signifikanzniveau wurde für alle Berechnungen bei  $\alpha = 0.05$  festgelegt.

Die Ergebnisse zeigen, dass zwei kalibrierte, erfahrene Untersucher konstant exzellent übereinstimmende Messwerte der funktionellen Kapazität des Unterkiefers, unabhängig des erhobenen Parameters ermitteln können (IKK 0,77-0,93). Es wird deutlich, dass die Vermessung der passiven Schneidekantendistanz die höchsten Reliabilitätskoeffizienten ergibt (IKK 0,93), gefolgt von der aktiven Schneidekantendistanz (IKK 0,88), dem Overjet (IKK 0,90), dem Overbite (IKK 0,82) und den Laterotrusionsbewegungen (IKK rechts/links 0,80/0,77).

## Zusammenfassung

Die Messwerterfassung der Bewegungskapazität durch unerfahrene Untersucher zeigt ebenfalls eine exzellente Reliabilität für die Parameter aktive Schneidekantendistanz (IKK 0,90) und passive Schneidekantendistanz (IKK 0,91), sowie den Overjet (IKK 0,87) und den Overbite (IKK 0,79). Lediglich die Reliabilitätskoeffizienten für die Laterotrusionsbewegungen sind in dieser Untersuchergruppe geringer (IKK rechts/links 0,66/0,65), aber dennoch gut reliabel.

Ein erfahrener Untersucher bestimmt über einen mittellangen Zeitraum von 3 Monaten exzellente reliable Ergebnisse für die Messwerte der Schneidekantendistanzen (IKK aktiv/passiv 0,87/0,88) und der Frontzahnstufen (IKK Overjet 0,91, Overbite 0,82). Die Laterotrusionsbewegungen werden mit guter Reliabilität vermessen (IKK rechts/links 0,66/0,67).

Der Vergleich der Reliabilitätskoeffizienten zwischen der Kontrollgruppe und den Probanden mit kranio-mandibulärer Dysfunktion bestätigt weder für die Vermessung der erfahrenen Untersuchergruppe (ANOVA:  $p = 0,51$ ), noch für die unerfahrene Untersuchergruppe (ANOVA:  $p = 0,67$ ), noch für den erfahrenen Untersucher mit einem Messintervall von 3 Monaten (ANOVA:  $p = 0,52$ ) statistisch signifikante Unterschiede.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Vermessung der Bewegungskapazität des Unterkiefers mit dem Lineal, sowohl untersucher- als auch probandenunabhängig über einen mittellangen Zeitintervall von 3 Monaten, eine reliable Prozedur ist.

## 9 Literaturverzeichnis

- Adern, B., Stenvinkel, C., Sahlqvist, L., Tegelberg, A. (2014): Prevalence of temporomandibular dysfunction and pain in adult general practice patients. *Acta Odontol Scand*, 1–6.
- Agerberg, G. (1974a): Maximal mandibular movements in children. *Acta Odontol Scand* 32, 147–159.
- Agerberg, G. (1974b): Maximal mandibular movements in young men and women. *Sven Tandlak Tidskr* 67, 81–100.
- Agerberg, G., Osterberg, T. (1974): Maximal mandibular movements and symptoms of mandibular dysfunction in 70-year old men and women. *Sven Tandlak Tidskr* 67, 147–163.
- Ahlers, M.O., Jakstat, H.A. (2011): *Klinische Funktionsanalyse. Manuelle Strukturanalyse, interdisziplinäre Diagnostik. 4. erweiterte und aktualisierte Aufl.* Hamburg: DentaConcept.
- Al-Jundi, M.A., John, M.T., Setz, J.M., Szentpetery, A., Kuss, O. (2008): Meta-analysis of treatment need for temporomandibular disorders in adult nonpatients. *J Orofac Pain* 22, 97–107.
- American Academy of Orofacial Pain (2014): Orofacial Pain. URL: [http://www.aaop.org/content.aspx?page\\_id=22&club\\_id=508439&module\\_id=107325](http://www.aaop.org/content.aspx?page_id=22&club_id=508439&module_id=107325) (Aufruf am 18.09.2014).
- Carlsson, G.E., Egermark-Eriksson, I., Magnusson, T. (1980): Intra- and inter-observer variation in functional examination of the masticatory system. *Swed Dent J* 4, 187–194.
- Cicchetti, D.V. (1994): Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment* 6, 284–290.
- Costen, J.B. (1934): A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. 1934. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 106, 805–819.
- DGFDT (2003): *Klinische Funktionsanalyse*. URL: <http://www.dgfdt.de/?id=61> (Aufruf am 15.09.2014).
- DGFDT (2005): *Arbeitsanleitung Klinischer Funktionsstatus DGZMK\_Last.doc*.

- Dworkin, S.F., LeResche, L. (1992): Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord* 6, 301–355.
- Dworkin, S.F., LeResche, L., DeRouen, T. (1988): Reliability of clinical measurement in temporomandibular disorders. *The Clinical Journal of Pain*, 89–99.
- Dworkin, S.F., LeResche, L., DeRouen, T., Korff, M. von (1990): Assessing clinical signs of temporomandibular disorders: reliability of clinical examiners. *J Prosthet Dent* 63, 574–579.
- Fuhr, K., Reiber, T. (1995): *Praxis der Zahnheilkunde. Funktionsstörung des Kauorgans*. 3. Aufl. Band 8. München [u.a.]: Urban & Schwarzenberg.
- Gesch, D., Bernhardt, O., Alte, D., Schwahn, C., Kocher, T., John, U., Hensel, E. (2004): Prevalence of signs and symptoms of temporomandibular disorders in an urban and rural German population: results of a population-based Study of Health in Pomerania. *Quintessence Int* 35, 143–150.
- Gesundheitsberichterstattung des Bundes (2014): GKV-Mitglieder und Mitversicherte Familienangehörige am 1.7. URL: [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd\\_init?gbe.isgbetol/xs\\_start\\_neu/&p\\_aid=i&p\\_aid=27095932&nummer=249&p\\_sprache=D&p\\_indsp=-&p\\_aid=66496285](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/&p_aid=i&p_aid=27095932&nummer=249&p_sprache=D&p_indsp=-&p_aid=66496285) (Aufruf am 15.09.2014).
- Goulet, J.P., Clark, G.T., Flack, V.F., Liu, C. (1998): The reproducibility of muscle and joint tenderness detection methods and maximum mandibular movement measurement for the temporomandibular system. *J Orofac Pain* 12, 17–26.
- Guggenmoos-Holzmann, I., Wernecke, K.-D. (1996): *Medizinische Statistik. Mit 71 Tabellen*: Blackwell Wissenschaft. Berlin [u.a.]: Blackwell Wiss.-Verl.
- Hallgren, K.A. (2012): Computing Inter-Rater Reliability for Observational Data: An Overview and Tutorial. *Tutor Quant Methods Psychol* 8, 23–34.
- Helkimo, M. (1974): Studies on function and dysfunction of the masticatory system. II. Index for anamnestic and clinical dysfunction and occlusal state. *Sven Tandlak Tidskr* 67, 101–121.
- Hirsch, C. (2003): *Kraniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) bei Kindern und Jugendlichen – Prävalenz, Beeinträchtigungen und Einflüsse der physischen Entwicklung*. Habilitation. Halle.

- Ingervall, B. (1971): Variation of the range of movement of the mandible in relation to facial morphology in young adults. *Scand J Dent Res* 79, 133–140.
- International RDC-TMD Consortium (2011): Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders. URL: <http://www.rdc-tmdinternational.org/TMDAssessmentDiagnosis/RDC-TMD.aspx> (Aufruf am 17.06.2014).
- John, M. (1999): Internationale Vergleiche. In: Micheelis, W., Reich (Hg.): Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997, S. 494–502. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- John, M., Hirsch, C., Reiber T., Dworkin, S.F. (2006): Translating the research diagnostic criteria for temporomandibular disorders into German: evaluation of content and process. *J Orofac Pain* 20, 43–52.
- John, M., Reissmann, D.R., Schierz, O., Wassell, R.W. (2007): Oral health-related quality of life in patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 21, 46–54.
- John, M., Wefers, K.-P. (1999a): Prävalenz zu ausgewählten klinischen Variablen bei den Erwachsenen (35-44 Jahre). In: Micheelis, W., Reich (Hg.): Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997, S. 316–329. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- John, M., Wefers, K.-P. (1999b): Prävalenz zu ausgewählten klinischen Variablen bei den Senioren (65-74 Jahre). In: Micheelis, W., Reich (Hg.): Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997, S. 412–426. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- John, M., Wefers, K.-P. (1999c): Reliabilitätsprüfungen orale Funktionsbefunde. In: Micheelis, W., Reich (Hg.): Dritte deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Ergebnisse, Trends und Problemanalysen auf der Grundlage bevölkerungsrepräsentativer Stichproben in Deutschland 1997, S. 197. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- John, M., Zwijnenburg, A.J. (2001): Interobserver variability in assessment of signs of TMD. *Int J Prosthodont* 14, 265–270.

- John, M., Zwijnenburg A., Reiber T., Haerting J. (1998): Okklusale Faktoren bei Patienten mit kraniomandibulären Dysfunktionen (CMD) und symptomfreien Probanden. Dtsch Zahnärztl. Z 53, 670–673.
- Kanter, J. de, Truin, G.J., Burgersdijk, R.C., Van 't Hof, M A, Battistuzzi, P.G., Kalsbeek, H., Kayser, A.F. (1993): Prevalence in the Dutch adult population and a meta-analysis of signs and symptoms of temporomandibular disorder. J Dent Res 72, 1509–1518.
- Kohlmann, T. (2002): Epidemiologie orofazialer Schmerzen. Der Schmerz 16, 339.
- Kopp, S. (1977): Constancy of clinical signs in patients with mandibular dysfunction. Community Dent Oral Epidemiol 5, 94–98.
- Kopp, S., Wenneberg, B. (1983): Intra- and interobserver variability in the assessment of signs of disorder in the stomatognathic system. Swed Dent J 7, 239–246.
- KZBV (2014): KZBV Jahrbuch 2014. Köln.
- Landtwin, K. (1978): Evaluation of the normal range of vertical mandibular opening in children and adolescents with special reference to age and stature. J Maxillofac Surg 6, 157–162.
- Leher, A., Graf, K., PhoDuc, J.-M., Rammelsberg, P. (2005): Is there a difference in the reliable measurement of temporomandibular disorder signs between experienced and inexperienced examiners? J Orofac Pain 19, 58–64.
- LeResche, L. (1997): Epidemiology of temporomandibular disorders: implications for the investigation of etiologic factors. Crit Rev Oral Biol Med 8, 291–305.
- LeResche, L. (1999): Gender Considerations in the Epidemiology of Chronic Pain. Epidemiology of Pain, 43–52.
- LeResche, L., Dworkin, S.F., Sommers, E.E., Truelove, E.L. (1991): An epidemiologic evaluation of two diagnostic classification schemes for temporomandibular disorders. J Prosthet Dent 65, 131–137.
- List, T., John, M.T., Dworkin, S.F., Svensson, P. (2006): Recalibration improves inter-examiner reliability of TMD examination. Acta Odontol Scand 64, 146–152.
- Magnusson, T., Egermark, I., Carlsson, G.E. (2000): A longitudinal epidemiologic study of signs and symptoms of temporomandibular disorders from 15 to 35 years of age. J Orofac Pain 14, 310–319.

- Manfredini, D. (2010): Current concepts on temporomandibular disorders. London [u.a.]: Quintessence Publ.
- Manfredini, D., Guarda-Nardini, L., Winocur, E., Piccotti, F., Ahlberg, J., Lobbezoo, F. (2011): Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: a systematic review of axis I epidemiologic findings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 112, 453–462.
- Mazzetto, M.O., Rodrigues, C.A., Magri, L.V., Melchior, M.O., Paiva, G. (2014): Severity of TMD related to age, sex and electromyographic analysis. *Braz Dent J* 25, 54–58.
- Mintz, S.S. (1993): Craniomandibular dysfunction in children and adolescents: a review. *Cranio* 11, 224–231.
- Mohl, N.D. (1993): Reliability and validity of diagnostic modalities for temporomandibular disorders. *Adv Dent Res* 7, 113–119.
- Nevakari, K. (1960): "Elapsio Praearticularis" of the Temporomandibular Joint a Pantomographic Study of the So-Called Physiological Subluxation. *Acta Odontol Scand* 18, 123–170.
- Pullinger, A.G., Liu, S.P., Low, G., Tay, D. (1987): Differences between sexes in maximum jaw opening when corrected to body size. *J Oral Rehabil* 14, 291–299.
- Reissmann, D. (2012): MANUAL\_IKMI\_Version\_02-2 (Aufruf am 29.09.2013).
- Reissmann, D.R., John, M.T., Schierz, O., Wassell, R.W. (2007): Functional and psychosocial impact related to specific temporomandibular disorder diagnoses. *J Dent* 35, 643–650.
- Statistisches Bundesamt (2014): Pressemitteilungen - Erneuter Anstieg der Bevölkerung für 2013 erwartet - Statistisches Bundesamt (Destatis). URL: [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/01/PD14\\_007\\_12411.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/01/PD14_007_12411.html) (Aufruf am 15.09.2014).
- Travell, J. (1960): Temporomandibular joint pain referred from muscles of the head and neck. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 10, 745–763.
- Türp, J., John, M., Nilges, P., Jürgens, J., Weitere Autoren (2002): Schmerzen im Bereich der Kaumuskulatur und Kiefergelenke Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Patienten. *Manuelle Medizin* 40, 55-67.

- Wahlund, K., List, T., Dworkin, S.F. (1998): Temporomandibular disorders in children and adolescents: reliability of a questionnaire, clinical examination, and diagnosis. *J Orofac Pain* 12, 42–51.
- Winocur, E., Steinkeller-Dekel, M., Reiter, S., Eli, I. (2009): A retrospective analysis of temporomandibular findings among Israeli-born patients based on the RDC/TMD. *J Oral Rehabil* 36, 11–17.
- Wu, N., Hirsch, C. (2010): Temporomandibular disorders in German and Chinese adolescents. *J Orofac Orthop* 71, 187–198.
- Yekkalam, N., Wänman, A. (2014): Prevalence of signs and symptoms indicative of temporomandibular disorders and headaches in 35-, 50-, 65- and 75-year-olds living in Västerbotten, Sweden. *Acta Odontol. Scand.* 72, 458–465.
- Zwijnenburg, A.J., John, M., Reiber T. (2002): Schmerz als bestimmender Faktor für den subjektiven Behandlungsbedarf kraniomandibulärer Dysfunktion. In: Lipp, M., Raab W., Wahl, G. (Hg.): Kiefer- und Gesichtsschmerz. Diagnose und Therapie in der zahnärztlichen Praxis ; Referate der 7. Jahrestagung des Interdisziplinären Arbeitskreises Zahnärztliche Anästhesie: Dent S, S. 44–46. Hannover: Schlütersche.

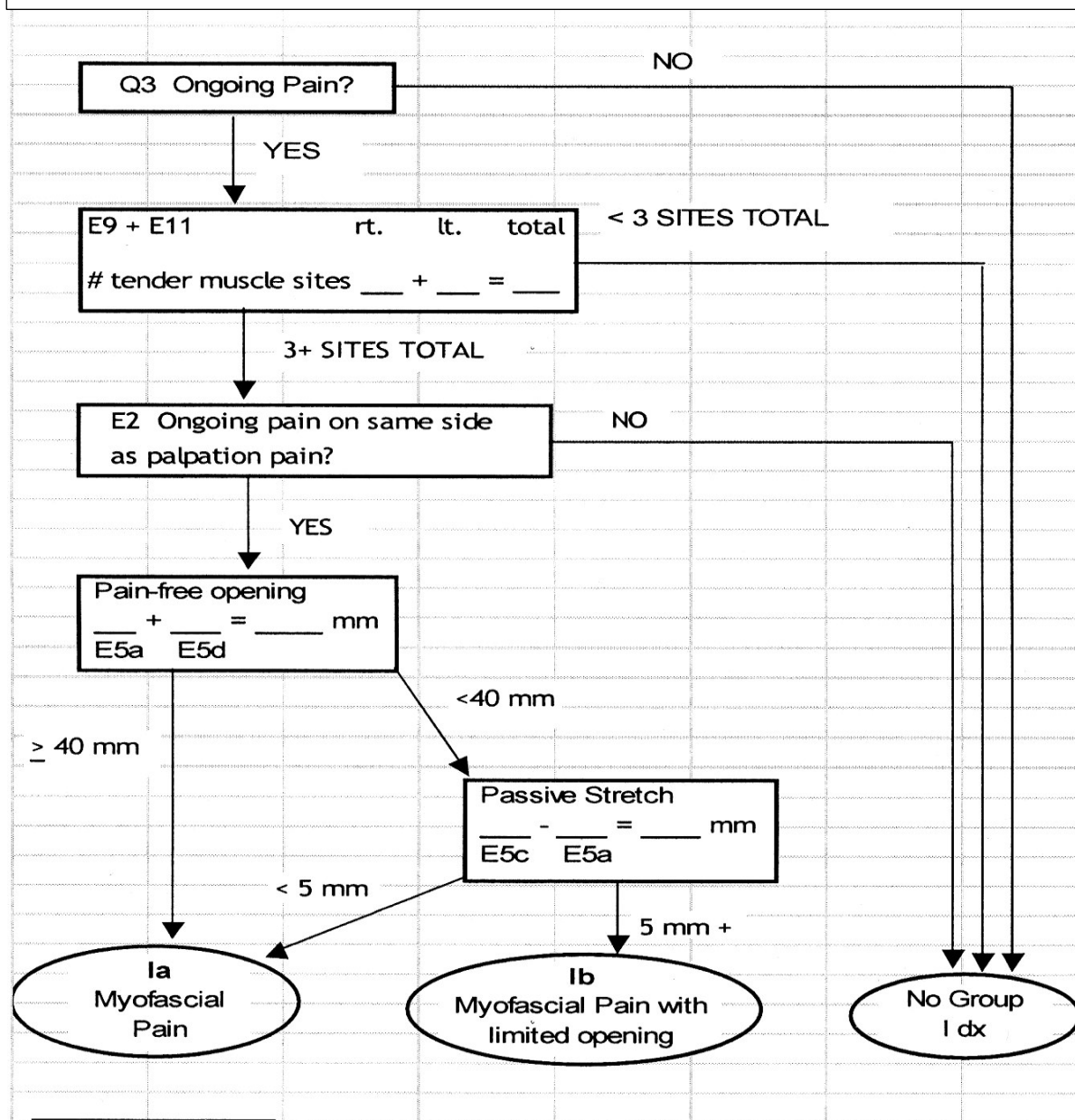


## 10 Anhang

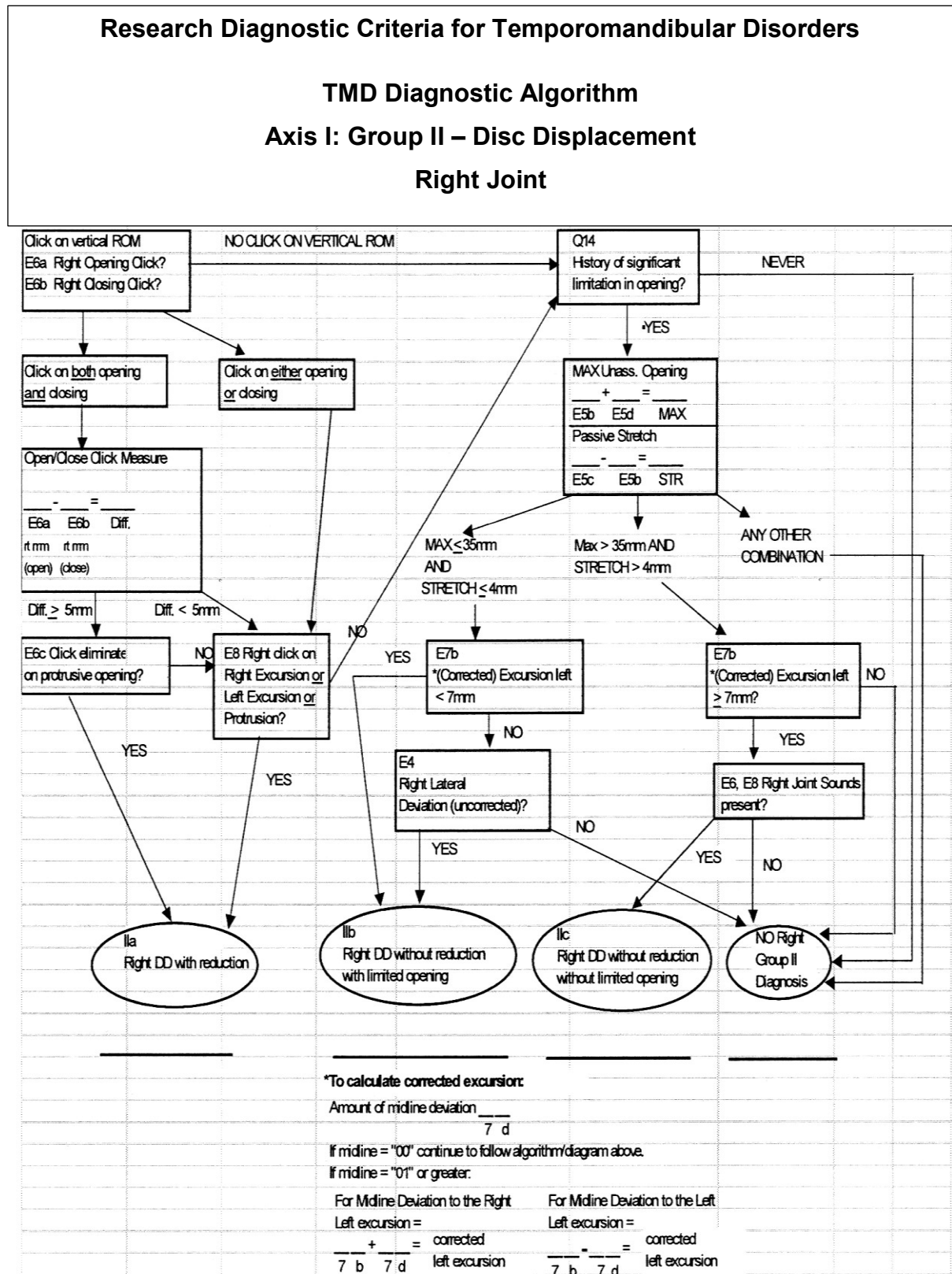
## Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders

## TMD Diagnostic Algorithm

## Axis I: Group I – Myofascial Pain



NOTE: Q refers to History Questionnaire item number; E refers to Axis I Clinical Examination Form item number.



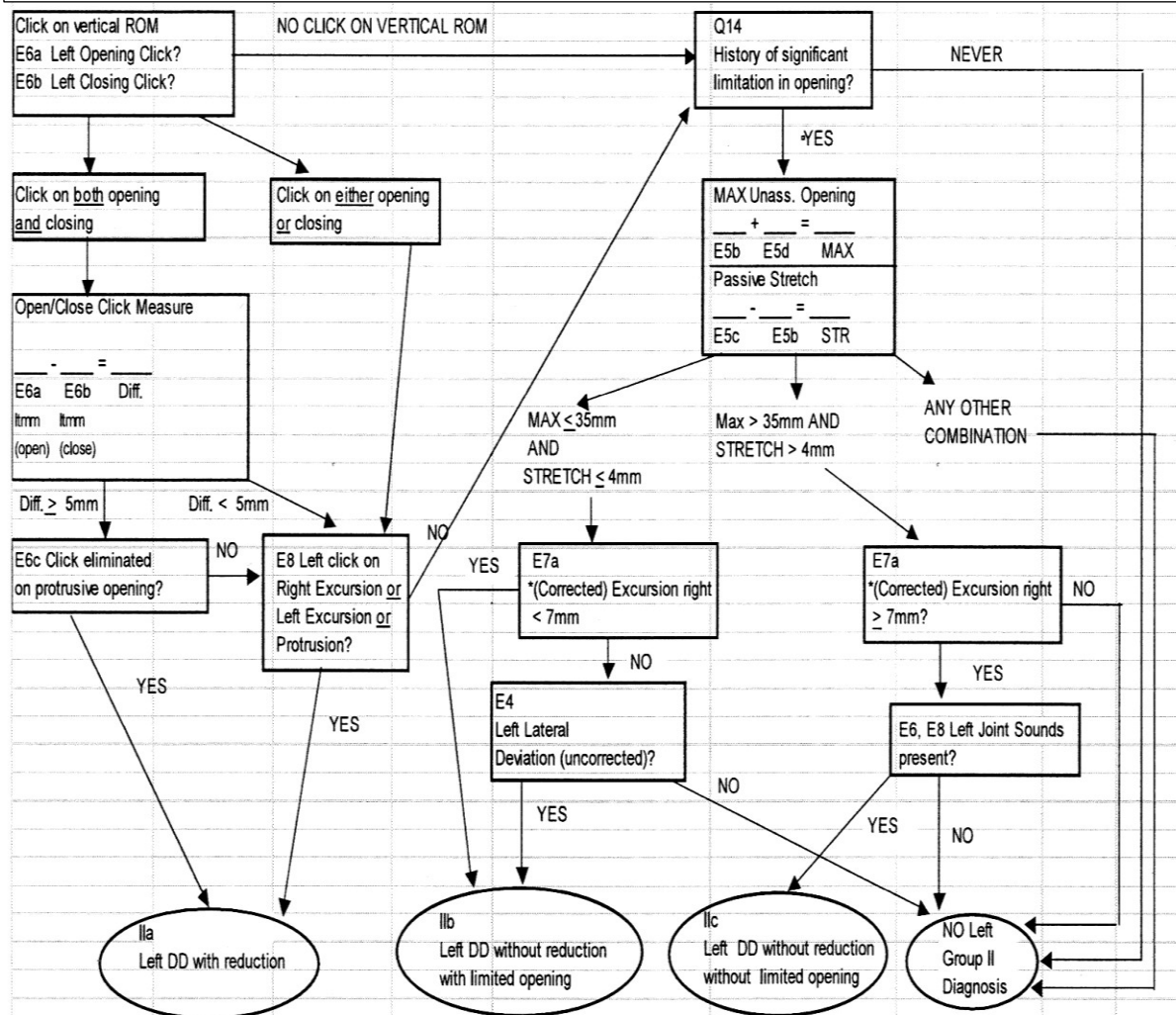
Anlage 2 RDC/TMD, diagnostischer Algorithmus der Achse I; Diagnosegruppe II: Diskusverlagerung, rechtes Kiefergelenk

## Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders

### TMD Diagnostic Algorithm

#### Axis I: Group II – Disc Displacement

#### Left Joint



\*To calculate corrected excursion:

Amount of midline deviation  $\frac{7}{7} d$

If midline = "00" continue to follow algorithm/diagram above.

If midline = "01" or greater:

For Midline Deviation to the Right

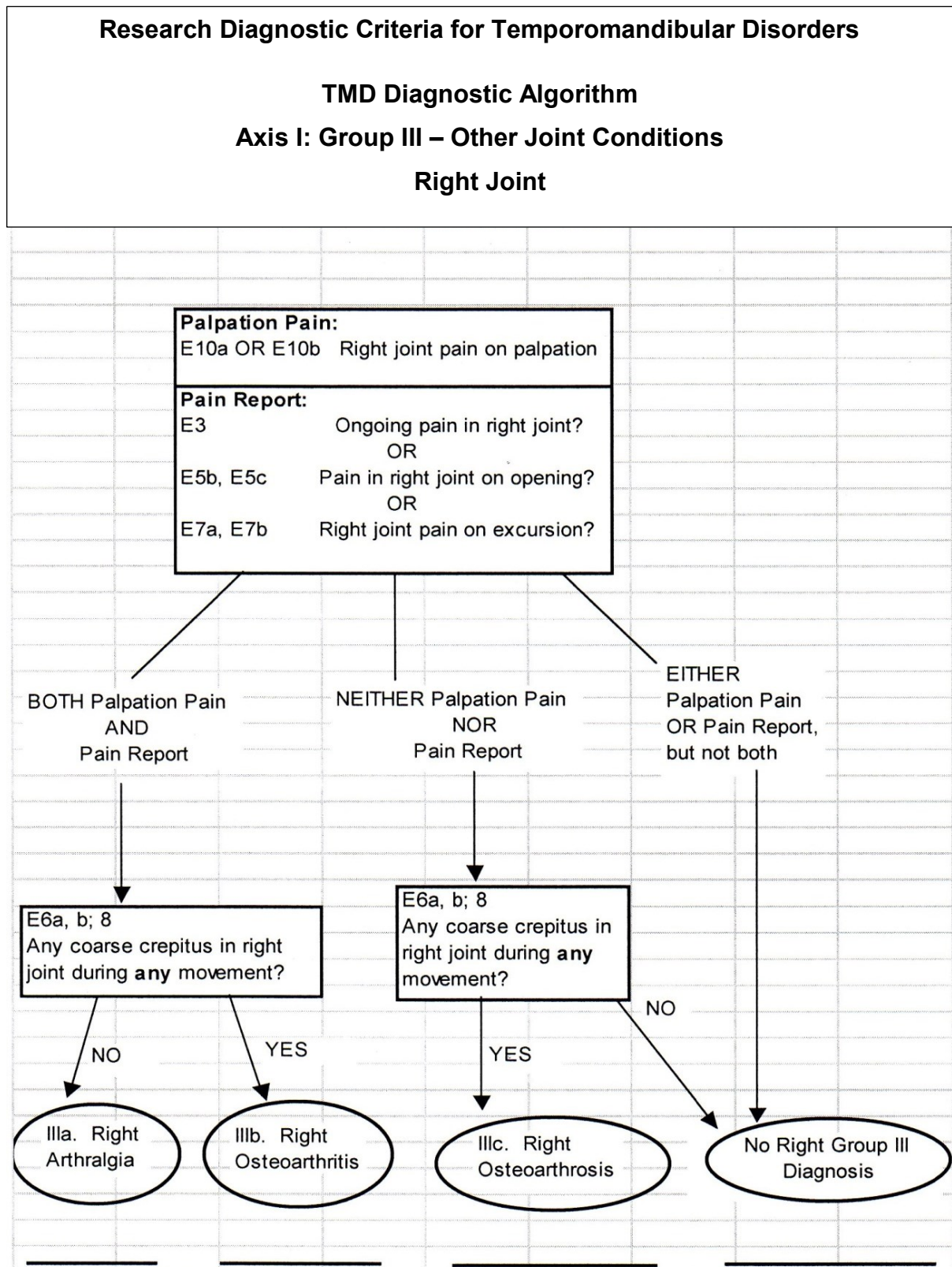
Right excursion =

$$\frac{7}{7} a - \frac{7}{7} d = \text{corrected right excursion}$$

For Midline Deviation to the Left

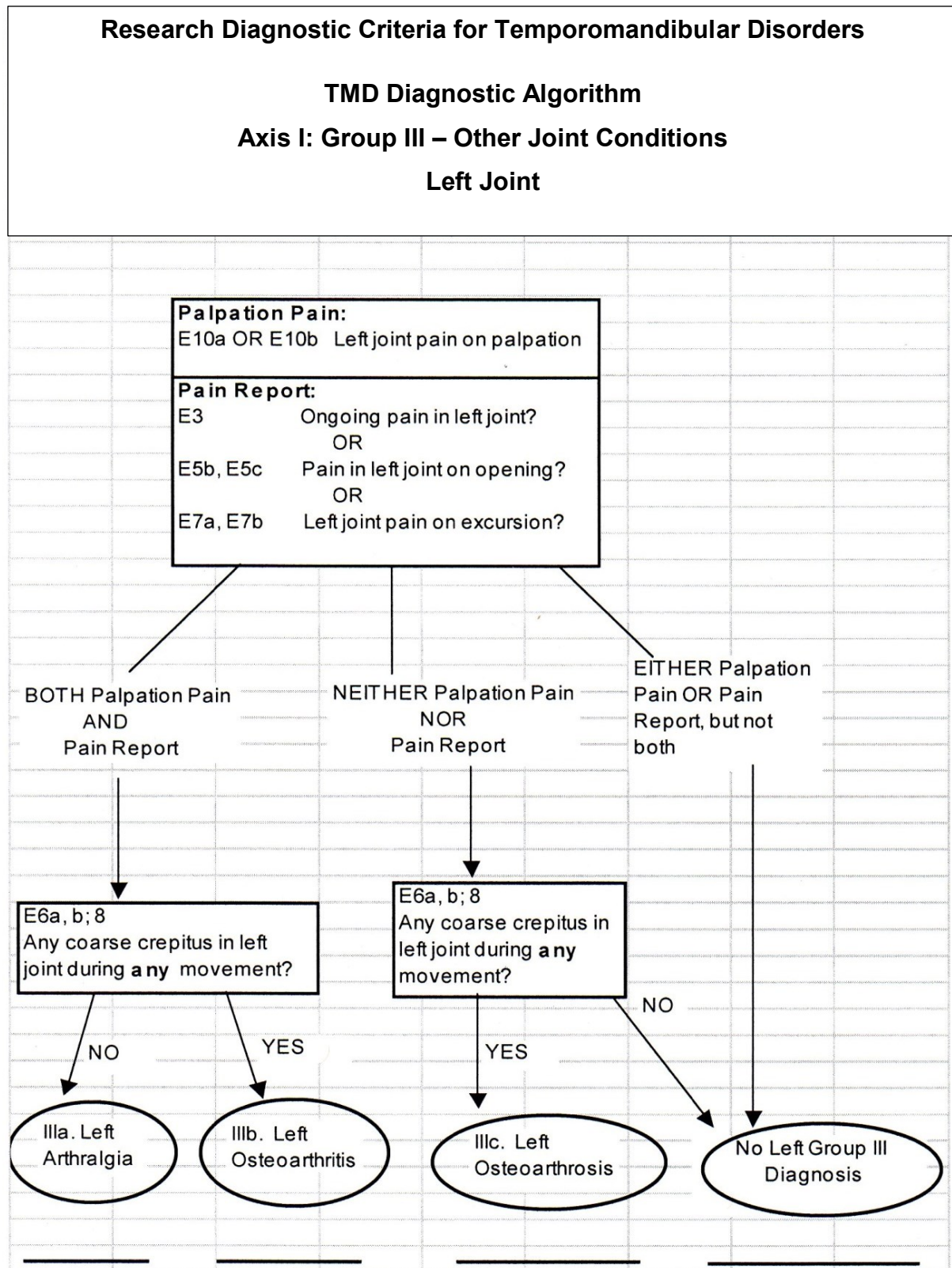
Right excursion =

$$\frac{7}{7} a + \frac{7}{7} d = \text{corrected right excursion}$$



Anlage 4 RDC/TMD, diagnostischer Algorithmus der Achse I; Diagnosegruppe III: Andere Gelenkerkrankungen, rechtes Kiefergelenk





Anlage 5 RDC/TMD, diagnostischer Algorithmus der Achse I; Diagnosegruppe III: Andere Gelenkerkrankungen, linkes Kiefergelenk

GRADED CHRONIC PAIN SCALE

1. Wie würden Sie Ihren Gesichtsschmerz zum gegenwärtigen Zeitpunkt auf einer Skale von 0 "kein Schmerz" bis 10 "stärkster vorstellbarer Schmerz" einschätzen?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kein										stärkster
Schmerz										vorstellbarer
										Schmerz

2. Wie intensiv war Ihr stärkster Schmerz in den vergangenen 6 Monaten auf einer Skale von 0 "kein Schmerz" bis 10 "stärkster vorstellbarer Schmerz" ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kein										stärkster
Schmerz										vorstellbarer
										Schmerz

3. Wie intensiv war der durchschnittliche Schmerz in den vergangenen 6 Monaten auf einer Skale von 0 "kein Schmerz" bis 10 "stärkster vorstellbarer Schmerz", gemeint sind Schmerzen die Sie gewöhnlich, d.h., oft empfunden haben?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
kein										stärkster
Schmerz										vorstellbarer
										Schmerz

4. Wie viele Tage sind Sie in den vergangenen 6 Monaten aufgrund Ihres Gesichtsschmerzes von der Ausübung Ihrer täglichen Aktivitäten (Arbeit, Schule, Haushalt) abgehalten worden?

..... Tage

5. Wie stark hat Ihr Gesichtsschmerz Sie in der Ausübung Ihrer täglichen Aktivitäten in den vergangenen 6 Monaten auf einer Skale von 0 "keine Beeinflussung" bis 10 "unmöglich, Aktivitäten auszuüben" beeinflusst?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
keine										unmöglich
Beeinflussung										Aktivitäten
										auszuüben

6. Wie stark haben sich Ihr Familienleben, Ihre sozialen Kontakte zu anderen Menschen und Ihre Fähigkeit sich zu erholen durch Ihren Gesichtsschmerz in den letzten 6 Monaten verändert?  
Bitte auf einer Skale von 0 "keine Veränderung" bis 10 "extreme Veränderung" angeben.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
keine										extreme
Veränderung										Veränderung

7. Wie stark hat Ihr Gesichtsschmerz in den letzten 6 Monaten Ihre Fähigkeit zu arbeiten verändert (einschließlich Hausarbeit)?  
Bitte auf einer Skale von 0 "keine Veränderung" bis 10 "extreme Veränderung" angeben.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
keine										extreme
Veränderung										Veränderung

## ADS-L

### Anleitung:

Bitte kreuzen Sie bei den folgenden Aussagen die Antworten an, die Ihrem Befinden während der letzten Woche am besten entspricht/ entsprochen hat.

Anworten:    0        selten oder überhaupt nicht        (weniger als 1 Tag)  
                   1        manchmal                                    ( 1 bis 2 Tage lang)  
                   2        öfters    ( 3 bis 4 Tage lang)  
                   3        meistens, die ganze Zeit                    (5 bis 7 Tage lang)

Während der letzten Woche....	selten	manchmal	öfters	meistens
1. haben mich Dinge beunruhigt, die mir sonst nichts ausmachen	0	1	2	3
2. hatte ich kaum Appetit	0	1	2	3
3. konnte ich meine trübsinnige Laune nicht loswerden, obwohl mich meine Freunde/ Familie versuchten aufzumuntern	0	1	2	3
4. kam ich mir genauso gut vor wie andere	0	1	2	3
5. hatte ich Mühe, mich zu konzentrieren	0	1	2	3
6. war ich deprimiert/ niedergeschlagen	0	1	2	3
7. war alles anstrengend für mich	0	1	2	3
8. dachte ich voller Hoffnung an die Zukunft	0	1	2	3
9. dachte ich, mein Leben ist ein einziger Fehlschlag	0	1	2	3
10. hatte ich Angst	0	1	2	3
11. habe ich schlecht geschlafen	0	1	2	3
12. war ich fröhlich gestimmt	0	1	2	3
13. habe ich weniger als sonst geredet	0	1	2	3
14. fühlte ich mich einsam	0	1	2	3
15. waren die Leute unfreundlich zu mir	0	1	2	3
16. habe ich das Leben genossen	0	1	2	3
17. musste ich weinen	0	1	2	3
18. war ich traurig	0	1	2	3
19. hatte ich das Gefühl, dass mich die Leute nicht leiden können	0	1	2	3
20. konnte ich mich zu nichts aufraffen	0	1	2	3

## Beschwerdenliste

### Anleitung:

Bitte füllen Sie diese Beschwerdeliste sorgfältig aus. Machen Sie ein Kreuz in eine der vier Spalten rechts entsprechend der Stärke Ihrer Zustimmung bzw. Ablehnung! Beantworten Sie alle Punkte, lassen Sie keine aus!

Ich leide unter folgenden Beschwerden:	stark	mäßig	kaum	gar nicht
1. Kloßgefühl, Engigkeit oder Würgen im Hals	1	2	3	4
2. Kurzatmigkeit	1	2	3	4
3. Schwächegefühl	1	2	3	4
4. Schluckbeschwerden	1	2	3	4
5. Stiche, Schmerzen oder Ziehen in der Brust	1	2	3	4
6. Druck- oder Völlegefühl im Leib	1	2	3	4
7. Mattigkeit	1	2	3	4
8. Übelkeit	1	2	3	4
9. Sodbrennen oder saures Aufstoßen	1	2	3	4
10. Reizbarkeit	1	2	3	4
11. Grübeleien	1	2	3	4
12. Starkes Schwitzen	1	2	3	4
13. Kreuz- oder Rückenschmerzen	1	2	3	4
14. Innere Unruhe	1	2	3	4
15. Schweregefühl bzw. Müdigkeit in den Beinen	1	2	3	4
16. Unruhe in den Beinen	1	2	3	4
17. Überempfindlichkeit gegen Wärme	1	2	3	4
18. Überempfindlichkeit gegen Kälte	1	2	3	4
19. Übermäßiges Schlafbedürfnis	1	2	3	4
20. Schlaflosigkeit	1	2	3	4
21. Schwindelgefühl	1	2	3	4
22. Zittern	1	2	3	4
23. Nacken- oder Schulterschmerzen	1	2	3	4
24. Gewichtsabnahme	1	2	3	4



### JAW DISABILITY LIST

Welche der folgenden Aktivitäten werden durch Ihr gegenwärtiges Problem mit dem Kiefergelenk bzw. der Kaumuskulatur eingeschränkt oder sogar verhindert?  
(auch Mehrfachnennungen möglich)

	<i>Nein</i>	<i>Ja</i>
<b>a</b> Kauen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>b</b> Trinken	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>c</b> allgemeine Körperbewegungen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>d</b> Essen von harten Speisen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>e</b> Essen von weichen Speisen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>f</b> Lächeln/ Lachen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>g</b> sexuelle Aktivitäten	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>h</b> Reinigung der Zähne oder des Gesichtes	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>i</b> Gähnen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>j</b> Schlucken	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>k</b> Sprechen	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
<b>l</b> ein normaler Gesichtsausdruck	0 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>

### Untersuchungsblatt (Achse I Befunde)

Alter:

Geschlecht:

.....  
 männlich 0 ☐  
 weiblich 1 ☐

- 
- |    |  |        |                            |
|----|--|--------|----------------------------|
| 1. | Haben Sie Schmerzen in der rechten Gesichtshälfte, in der linken oder in beiden? | keine  | 0 <input type="checkbox"/> |
|    |  | rechts | 1 <input type="checkbox"/> |
|    |  | links  | 2 <input type="checkbox"/> |
|    |  | beide  | 3 <input type="checkbox"/> |
- 

- |    |  |               |                            |
|----|--|---------------|----------------------------|
| 2. | Können Sie auf die schmerzende Stelle zeigen?<br>(Der Untersucher tastet die gezeigte Stelle ab, wenn unklar ist, ob es Muskel- oder Gelenkschmerzen sind) | <u>rechts</u> |                            |
|    |  | keine         | 0 <input type="checkbox"/> |
|    |  | Kiefergelenk  | 1 <input type="checkbox"/> |
|    |  | Muskel        | 2 <input type="checkbox"/> |
|    |  | beides        | 3 <input type="checkbox"/> |
|    |  | <u>links</u>  |                            |
|    |  | keine         | 0 <input type="checkbox"/> |
|    |  | Kiefergelenk  | 1 <input type="checkbox"/> |
|    |  | Muskel        | 2 <input type="checkbox"/> |
|    |  | beides        | 3 <input type="checkbox"/> |
- 

- |    |                      |  |                            |
|----|----------------------|--|----------------------------|
| 3. | Mundöffnungsbewegung | gerade   | 0 <input type="checkbox"/> |
|    |                      | seitliche Abweichung (Deflexion) nach rechts   | 1 <input type="checkbox"/> |
|    |                      | „s“-förmige Abweichung (Deviation) nach rechts | 2 <input type="checkbox"/> |
|    |                      | seitliche Abweichung (Deflexion) nach links    | 3 <input type="checkbox"/> |
|    |                      | „s“-förmige Abweichung (Deviation) nach links  | 4 <input type="checkbox"/> |
|    |                      | anderes Muster                                 | 5 <input type="checkbox"/> |
- Typ \_\_\_\_\_
- 

- |    |                            |                                     |         |
|----|----------------------------|-------------------------------------|---------|
| 4. | Vertikaler Bewegungsumfang | a) akt. max. Öffnung ohne Schmerzen | .....mm |
|    |                            | b) akt. max. Öffnung                | .....mm |
|    |                            | c) passive max. Öffnung             | .....mm |
|    |                            | d) Overbite                         | .....mm |
|    |                            | e) Overjet                          | .....mm |

Muskelschmerzen

	<b>b)</b>	<b>c)</b>
keine	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
rechts	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
links	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
beide	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

Gelenkschmerzen

	<b>b)</b>	<b>c)</b>
keine	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
rechts	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
links	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
beide	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

5. Gelenkgeräusche (Palpation)

<u>a) Öffnung</u>		<b><u>rechts</u></b>	<b><u>links</u></b>
keine		0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
Knacken		1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
starkes Reiben		2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
feines Reiben		3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Öffnungsknacken bei	.....mm	.....mm	.....mm
<u>b) Schließen</u>			
keine		0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
Knacken		1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
starkes Reiben		2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
feines Reiben		3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
Schließungsknacken bei	.....mm	.....mm	.....mm
<u>c) reziprokes Knacken</u>		<b><u>rechts</u></b>	<b><u>links</u></b>
verhindert bei	nein	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
protrusiver Öffnung	ja	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	NZ	9 <input type="checkbox"/>	9 <input type="checkbox"/>

6. Bewegungen

Bewegung	Bewegung in mm	Muskelschmerzen				Gelenkschmerzen			
		keine 0	rechts 1	links 2	beide 3	keine 0	rechts 1	links 2	beide 3
Laterotr.rechts									
Laterotr.links									
Protrusion									

Mittellinienabweichung .....mm      rechts ☐  
links ☐

7. Gelenkgeräusche bei Bewegung      Geräusche rechts      Geräusche links

<b>Bewegung nach rechts</b>	keine	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
	Knacken	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	starkes Reiben	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	feines Reiben	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
<b>Bewegung nach links</b>	keine	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
	Knacken	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	starkes Reiben	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	feines Reiben	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
<b>Protrusion</b>	keine	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
	Knacken	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	starkes Reiben	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	feines Reiben	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

8.	Extraorale Muskelpalpation		rechts	links
	kein Schmerz/nur Druck	=0	0 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/>
	leichter Schmerz	=1	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	mäßiger Schmerz	=2	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	heftiger Schmerz	=3	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
	a) Temporalis posteriorer Teil		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	b) Temporalis medialer Teil		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	c) Temporalis anteriorer Teil		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	d) Masseterursprung		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	e) Masseterkörper		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	f) Masseteransatz		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	g) Regio retromandibularis		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	h) Regio submandibularis		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
9.	Palpation des Gelenkes			
	a) lateraler Kondylenpol		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	b) posteriorer Kondylenpol		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
10.	intraorale Palpation			
	a) Pterygoideus lateralis		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>
	b) Temporalissehne		0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>	0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/>

Datum:

Untersucher:

Studien ID:

Klinik	-	Patient	-	Erhebung	-	Untersucher-Code
--------	---	---------	---	----------	---	------------------

Datum: \_\_\_\_\_

Patienten ID (Klinik intern): \_\_\_\_\_

<b>A Behandlungsanlass?</b> (bitte kreuzen Sie alle zutreffenden Angaben an)					
<input type="checkbox"/> Schmerzbehandlung	<input type="checkbox"/> Sanierung				
<input type="checkbox"/> Beratung oder Kontrolle	<input type="checkbox"/> Reparatur des Zahnersatzes				
<input type="checkbox"/> Sonstiges (bitte angeben): _____					
<b>B Welche Art von Zahnersatz besteht?</b>					
<input type="checkbox"/> nur eigene Zähne/Implantate und kein herausnehmbarer Zahnersatz (keine Prothesen)					
<input type="checkbox"/> eigene Zähne und zusätzlich in einem oder beiden Kiefern abnehmbarer Zahnersatz					
<input type="checkbox"/> zahnlos und im Oberkiefer und Unterkiefer eine Totalprothese					
<b>C Wie würden Sie den...</b>					
	ausge- zeichnet	sehr gut	gut	mittel- mäßig	schlecht
...allgemeinen Gesundheitszustand einschätzen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
...Mundgesundheitszustand einschätzen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>1 Zahnzahl</b>					
	Anzahl gefüllter, überkronter Zähne	Anzahl kariöser, defekter Zähne	Anzahl ersetzter Zähne	Anzahl fehlender Zähne (Lücke)	Anzahl gesunder Zähne
Front-und Eckzähne (0-12):	_____	_____	_____	_____	_____
Prämolaren (0-8):	_____	_____	_____	_____	_____
Molaren (0-8):	_____	_____	_____	_____	_____
<b>2 Zahnfehlstellungen</b>					
Größte Kontaktpunktabweichung: _____mm					
Zwangsbiss <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
<b>3 Zustand der Parodontiums (Ramfjord-Zähne)</b>					
Plaque <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Blutung <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein					
Anzahl Zähne mit Sondierungstiefe 3,5 - 5,5mm: _____					
Anzahl Zähne mit Sondierungstiefe >5,5mm: _____					
<b>4 Zustand des Endodontiums</b>					
Anzahl leicht perkussionsempfindliche Zähne: _____					
Anzahl stark perkussionsempfindliche Zähne: _____					
Anzahl aufbissempefindliche Zähne: _____					
				<b>Info:</b> Ramfjord Zähne: 16, 21, 24, 36, 41, 44	
				<b>Info:</b> vertikal testen	

<b>5 Volumenänderungen der Mundschleimhäute/Lippe/Zunge oder Speicheldrüsen</b>			
Schwellung	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> bei Provokation <input type="checkbox"/> klinisch vorhanden	<b>Info:</b> Provokation anamnestisch erfragen	
Schwellungsbedingte Funktionseinschränkung	<input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> Intermittierend/gelegentlich <input type="checkbox"/> ständig		
<b>6 Oberfläche der Mundschleimhaut und Lippe und Zunge</b>			
Rötung oder weißliche Veränderung	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <u>Fläche</u> <input type="checkbox"/> punktuell, erbsengroß <u>Stärke</u> <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> flächig, nussgroß <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> ca. ¼ der Oberfläche <input type="checkbox"/> > ½ der Oberfläche	<b>Info:</b> Fläche und Stärke angeben	
Integritätsverlust, Ulzerationen, Nekrosen	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <u>Fläche</u> <input type="checkbox"/> punktuell, erbsengroß <u>Stärke</u> <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> flächig, nussgroß <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> ca. ¼ der Oberfläche <input type="checkbox"/> > ½ der Oberfläche	<b>Info:</b> Fläche und Stärke angeben	
Beeinträchtigung der Ernährung wegen der Mundschleimhaut	<input type="checkbox"/> keine Beeinträchtigung <input type="checkbox"/> beim Zerkleinern fester Nahrung <input type="checkbox"/> bei Aufnahme weicher Nahrung <input type="checkbox"/> nur flüssige/breiige Nahrung möglich <input type="checkbox"/> keine orale Ernährung	<b>Info:</b> anamnestisch erfragen	
<b>7 Speichelquantität und -qualität</b>			
Gewebe	<input type="checkbox"/> feucht <input type="checkbox"/> partiell trocken <input type="checkbox"/> komplett trocken		
Speichel	<input type="checkbox"/> flüssig (ohne Zungenspatel) <input type="checkbox"/> flüssig (mit Zungenspatel) <input type="checkbox"/> leicht schaumig <input type="checkbox"/> kein		



<b>8</b>	<b>Druckdolenzen im Gesichtsbereich</b>	
	Druckdolenzen (stärkste):	
	<input type="checkbox"/> nein	
	<input type="checkbox"/> ja     ➔ <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark	
	↓	
	<input type="checkbox"/> bekannt	
	<input type="checkbox"/> unbekannt	
<b>9</b>	<b>Kontinuität der Kiefer</b>	
	Spalten oder Defekte der Kiefer	
	<input type="checkbox"/> keine	
	<input type="checkbox"/> nur im Weichgewebe	
	<input type="checkbox"/> operierte Spalte	
	<input type="checkbox"/> knöcherner Defekt ohne Mund-Antrum-Verbindung	
	<input type="checkbox"/> knöcherner Defekt mit Mund-Antrum-Verbindung	
<b>10</b>	<b>Größenverhältnisse der Kiefer</b>	
	Overjet (sagittaler Überbiss): _____ mm	Info: mit Zahnersatz
	Overbite (vertikaler Überbiss): _____ mm	
	Kompetenter Lippenschluss	
	<input type="checkbox"/> vorhanden	
	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden	
	Schleimhautkontakt (palatinal)	
	<input type="checkbox"/> ohne	
	<input type="checkbox"/> nicht traumatisch	
	<input type="checkbox"/> traumatisch	
	Kreuzbiss (transversal)	
	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja: _____ mm	
<b>11</b>	<b>Mundöffnung</b>	
	Mundöffnungsbewegung	
	<input type="checkbox"/> sichtbare Deviation	
	<input type="checkbox"/> sichtbare Deflexion	
	max. aktive Mundöffnung: _____ mm	
	max. passive Mundöffnung: _____ mm	
	Laterotrusion:     Links: _____ mm     Rechts: _____ mm	
<b>12</b>	<b>Stützzonen im Seitenzahnbereich</b>	
	Anzahl der Stützzonen (0-4): _____	Info: mit Zahnersatz

<b>13 Schmerzen im Mund-, Kiefer- und Gesichtsbereich</b>	
Schmerzen in den letzten 30 Tagen	<b>Info:</b> alle Fragen anamnestisch beantworten
<input type="checkbox"/> Nein → Frage 14 <input type="checkbox"/> Ja	
Häufigkeit der Schmerzen <input type="checkbox"/> selten <input type="checkbox"/> ab und zu <input type="checkbox"/> oft <input type="checkbox"/> sehr oft	
Zeitraum der Schmerzen <input type="checkbox"/> weniger als eine Woche <input type="checkbox"/> über eine Woche bis zu einem Monat <input type="checkbox"/> über einen Monat bis zu sechs Monaten <input type="checkbox"/> seit über sechs Monaten	
Intensität der stärksten Schmerzen <input type="checkbox"/> leicht <input type="checkbox"/> mäßig <input type="checkbox"/> stark <input type="checkbox"/> sehr stark	
Beeinträchtigung durch Schmerzen <input type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> einige tägliche Aktivitäten <input type="checkbox"/> viele tägliche Aktivitäten <input type="checkbox"/> alle täglichen Aktivitäten	
Lokalisation der Schmerzen <input type="checkbox"/> unilokal, punktuell <input type="checkbox"/> multilokal, punktuell <input type="checkbox"/> nicht lokalisierbar, großflächig <div style="text-align: right;"><b>Info:</b> den Patienten die Lokalisation zeigen lassen</div>	
Ausstrahlen der Schmerzen <input type="checkbox"/> strahlt nicht aus <input type="checkbox"/> strahlt aus	



14 **Missempfindungen (z.B. Brennen, Taubheitsgefühl, Geschmacks-veränderungen, Hypersensitivitäten)**

### Häufigkeit von Missemperfindungen

- ☐ nie
- ☐ selten
- ☐ ab und zu
- ☐ oft
- ☐ sehr oft

**Anmerkungen:**

[illegible]

## **Eigenständigkeitserklärung**

### **Erklärung über die eigenständige Abfassung der Arbeit**

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren.

.....  
Datum

.....  
Unterschrift

## Publikationen

2012 Schierz, O., Rauch, A. (2012): Mit oder ohne Stift? , Dental Magazin 2012;  
30(6): 450-455, ISSN: 0176-7291

2015 Ein Teil der Ergebnisse dieser Dissertationsschrift wird im März 2015 auf der  
IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition in Boston, Massachusetts,  
USA unter dem Titel:

Rauch A, Reissmann D R, Schierz O, Reliability of mandibular movement  
assessment depending on experience of examiners,

in Form eines Posters vorgestellt (Abstract-Nummer: 2118940).

## **Danksagung**

Zunächst danke ich Herrn Professor Dr. Thomas Reiber, dem Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig, für die Überlassung des Themas und die Unterstützung bei der Anfertigung der Arbeit.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Dr. Oliver Schierz, Oberarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig, bedanken, der mir sowohl bei der Erarbeitung des Themas als auch bei allen Fragen und Problemen immer mit gutem Rat zur Seite stand und mir viele Möglichkeiten gibt, wissenschaftlich tätig zu sein.

Außerdem möchte ich mich bei meinen Kollegen der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig, Cäcilie Koch, Dr. Christian Bär, Dr. Hannes Brückner, Julian Brückner, Pascal Petz und Dr. Oliver Schierz für die Mithilfe bei den Vermessungen der Probanden und ihrer Geduld bedanken.

Mein Dank gilt auch Frau Annett Schrock, Mitarbeiterin der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde der Universität Leipzig, welche mir bei großen und kleinen Problemen mit der statistischen Auswertung sowie der Software StataSE immer behilflich war.

Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Dr. Daniel Reißmann, Zahnarzt der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf, für viele hilfreiche Ratschläge bei der Erstellung des Abstracts und des Posters für die IADR/AADR/CADR General Session & Exhibition in Boston, Massachusetts.

Zuletzt möchte ich meiner Familie danken, die mich immer unterstützt.